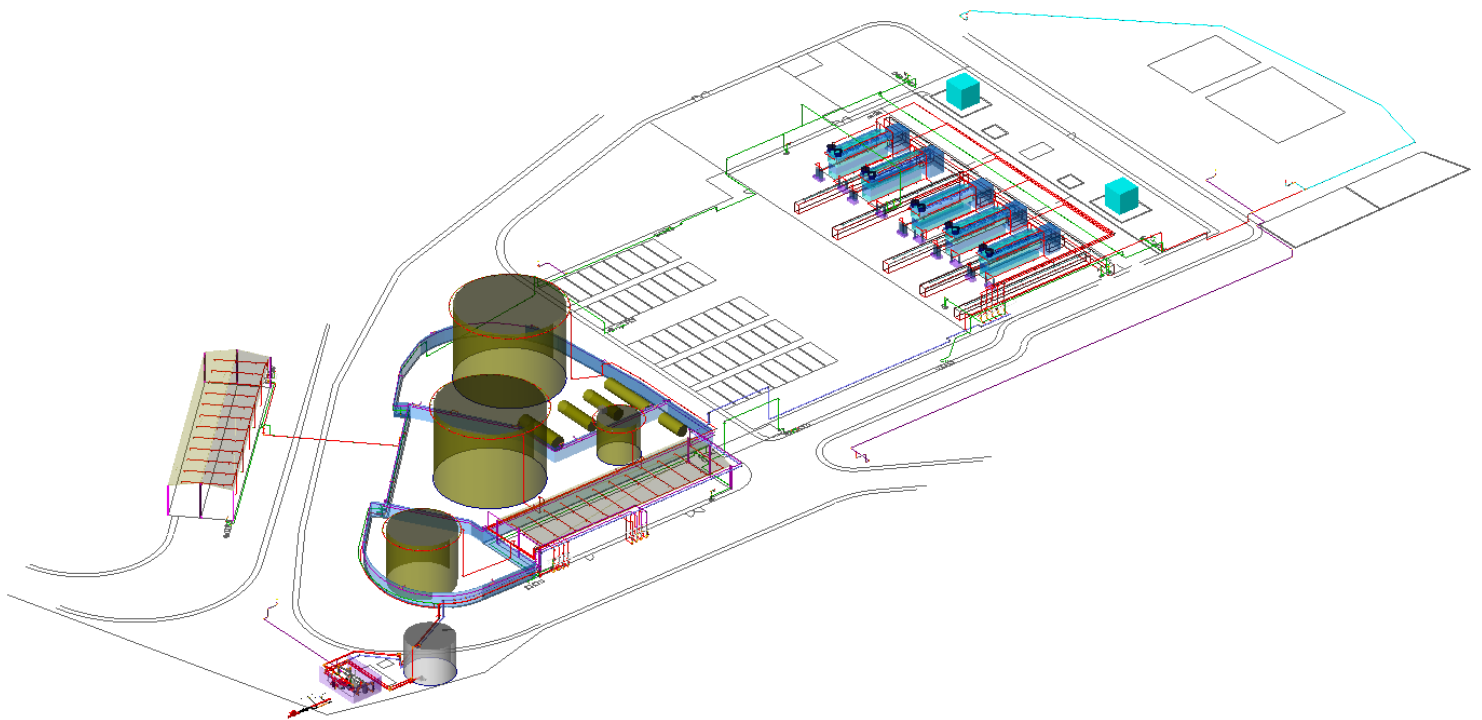




Universidad  
Carlos III de Madrid



Proyecto de mejoras de seguridad contra incendios de  
una central de generación por motores de combustión.

Alba Gutiérrez Culpán.  
Ingeniería Industrial  
Tutor y director: Don Carlos Rodrigo López.  
Ingeniero industrial



Este mundo fue, es y  
será fuego eternamente vivo.

**Heráclito.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Este proyecto no hubiera sido posible sin el apoyo y la intervención directa o indirecta de muchas personas a las que agradezco haber estado presentes durante la elaboración del mismo.

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a la empresa ASHES FIRE CONSULTING S.A. por haberme brindado la oportunidad de realizar mis prácticas académicas en su empresa, interesarse por mi formación y ayudarme en todo lo que he necesitado durante estos seis meses. A todo el personal que trabaja en ella por haberme acogido de forma tan cariñosa y aportarme cada día algo nuevo. En especial, a Carlos Rodrigo, mi tutor de prácticas en la empresa, por compartir conmigo su experiencia en el área, aconsejarme en lo necesario y estar siempre disponible cuando precisaba su ayuda. A Carolina, mi compañera de equipo, por su gran generosidad, los buenos momentos trabajando y su profesionalidad.

A la profesora María Carmen Venegas Bernal, por manifestar su interés en tutorizar mis prácticas académicas desde la universidad, y dirigir este proyecto de fin de carrera.

A los docentes y profesores de la Universidad Carlos III de Madrid, que compartieron conmigo todo su conocimiento y contribuyeron a mi formación.

A mis compañeros de Universidad, por compartir conmigo todos estos años con esfuerzo y entusiasmo.

A mis amigas, por celebrar juntas todos nuestros logros durante estos veinte años.

A toda mi familia por hacerme crecer con tanto cariño. A mis padres, por ser siempre el mejor ejemplo a seguir. A mi hermana Mara, por sus siempre buenos consejos, y a mi hermano Fran, por hacer que mi interés hacia el mundo del contra incendios aumente día a día.

Por último, a Antonio, por acompañarme en todos los momentos de mi vida y apoyarme en todas mis decisiones desde hace siete años.

Muchas gracias.



## ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ABREVIATURAS.....	11
RESUMEN .....	12
1. OBJETIVO Y ALCANCE .....	14
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	14
3. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS .....	39
3.1. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO: NORMATIVA NACIONAL .....	39
3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO: NORMATIVA CORPORATIVA .....	45
3.3. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO .....	52
4. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EXISTENTES .....	57
4.1. SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA .....	57
4.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS .....	58
4.3. DOTACIÓN DE EXTINTORES .....	59
4.4. OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	60
5. INSTALACIÓN DE DETECCIÓN Y ALARMA.....	61
5.1. INTRODUCCIÓN .....	61
5.2. EVALUACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	61
5.3. PROPUESTA DE EJECUCIÓN .....	62
6. SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR ESPUMA .....	78
6.1. INTRODUCCIÓN .....	78
6.2. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: TRANSFORMADORES PRINCIPALES .....	79
6.3. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: DIQUES PARQUE DE COMBUSTIBLE.....	83
6.4. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: NAVES DE CARGADERO Y BOMBAS.....	88
6.5. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: NAVES DE MOTORES .....	93



<b>7.</b>	<b>SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN POR AGUA PULVERIZADA .....</b>	<b>97</b>
<b>7.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>97</b>
<b>7.2.</b>	<b>PROPUESTA DE EJECUCIÓN: ANILLOS DE REFRIGERACIÓN EN DEPÓSITOS .....</b>	<b>97</b>
<b>8.</b>	<b>SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA .....</b>	<b>104</b>
<b>8.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>104</b>
<b>8.2.</b>	<b>PROPUESTA DE EJECUCIÓN: EDIFICIO ELÉCTRICO .....</b>	<b>105</b>
<b>9.</b>	<b>CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....</b>	<b>107</b>
<b>9.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>107</b>
<b>9.2.</b>	<b>RESULTADOS HIDRÁULICOS.....</b>	<b>109</b>
<b>10.</b>	<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA Y RED CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>117</b>
<b>10.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>117</b>
<b>10.2.</b>	<b>VALORACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>119</b>
<b>10.3.</b>	<b>BOMBAS CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>121</b>
<b>10.4.</b>	<b>DOSIFICACIÓN DE ESPUMÓGENO .....</b>	<b>124</b>
<b>10.5.</b>	<b>ROCIADORES EN SALA .....</b>	<b>124</b>
<b>10.6.</b>	<b>NUEVA SALA DE BOMBAS.....</b>	<b>124</b>
<b>10.7.</b>	<b>NUEVOS MEDIOS MANUALES.....</b>	<b>125</b>
<b>10.8.</b>	<b>MODIFICACIONES DE TRAMOS DE RED EXISTENTE .....</b>	<b>125</b>
<b>10.9.</b>	<b>NUEVA RED PARA SISTEMA DE ESPUMA .....</b>	<b>125</b>
<b>11.</b>	<b>RESUMEN PRESUPUESTARIO.....</b>	<b>126</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....</b>	<b>127</b>
<b>13.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>128</b>
	<b>ANEXO I: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....</b>	<b>130</b>
	<b>ANEXO II: MEDICIÓN Y PRESUPUESTO .....</b>	<b>168</b>
	<b>ANEXO III: TABLAS CÁLCULO HIDRÁULICO.....</b>	<b>203</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: VISTA EN PLANTA DE LA PARCELA INDUSTRIAL. (GOOGLE MAPS).....	15
FIGURA 2: CROQUIS DE ZONIFICACIÓN 1 DE 3. ....	16
FIGURA 3: CROQUIS DE ZONIFICACIÓN 2 DE 3. ....	17
FIGURA 5: DETALLE SALA DE INTERRUPTORES CORRESPONDIENTE AL TRANSFORMADOR NÚMERO 2. ....	19
FIGURA 6: DETALLE SALA DE CONTROL CON BATERÍAS DE CUADROS DE DISTRIBUCIÓN.....	19
FIGURA 7: TRANSFORMADORES DE LA CENTRAL. ....	21
FIGURA 8: VISTA MOTORES NAVE DE MÁQUINAS.....	22
FIGURA 9: VISTA GENERAL NAVE DE MÁQUINAS.....	22
FIGURA 10: TRASIEGO DE COMBUSTIBLE DE PARQUE DE COMBUSTIBLE A NAVE DE MÁQUINAS .....	24
FIGURA 11: TRASIEGO DE COMBUSTIBLE Y ACEITE INTERIOR NAVE DE MÁQUINAS .....	25
FIGURA 12: CROQUIS DE FLUJO DE AIRE EN LA NAVE DE MÁQUINAS. ....	27
FIGURA 13: ACOMETIDAS ELÉCTRICAS EN LA SALA DE MÁQUINAS. ....	28
FIGURA 14: VISTA GENERAL DEL PARQUE DE COMBUSTIBLE.....	29
FIGURA 15: VISTA GENERAL DE LA NAVE DE COMBUSTIBLE. ....	30
FIGURA 16: VISTA GENERAL DE NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE. ....	31
FIGURA 17: PARÁMETROS PARA IDENTIFICAR EL NIVEL DE RIESGO DE LA CENTRAL. ....	46
FIGURA 18: DETALLE RED EXTERIOR CON LA ACOMETIDA PARA MEDIOS MANUALES.....	58
FIGURA 19: DETALLE GABINETES DE MANGUERA.....	58
FIGURA 20: EJEMPLO EQUIPACIÓN DE MANGUERAS. ....	60
FIGURA 21: MATERIAL DE LUCHA CONTRA INCENDIOS PARA PERSONAL ESPECIALIZADO.....	60
FIGURA 22: ESQUEMA TRANSFORMADORES PRINCIPALES Y MONITOR ASOCIADO A CADA UNO. ....	80
FIGURA 23: NUEVA DISPOSICIÓN DEL PARQUE DE COMBUSTIBLE. ....	83
FIGURA 24: ESQUEMA VERTEDERAS EN PARQUE DE COMBUSTIBLE.....	84
FIGURA 25: ESQUEMA NAVE DE CARGADERO DE CAMIONES. ....	89
FIGURA 26: ESQUEMA NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO. ....	89
FIGURA 27: PATRÓN DE DESCARGA BOQUILLA DE ESPUMA DE BAJA EXPANSIÓN. (SABO ESPAÑOLA).....	90



FIGURA 28: PATRÓN DE DESCARGA ROCIADOR DE ESPUMA DIRECCIONABLE. (SABO ESPAÑOLA).....	90
FIGURA 29: ESQUEMA SISTEMA ESPUMA MOTORES.....	94
FIGURA 30: PATRÓN DE DESCARGA BOQUILLA DE MEDIA EXPANSIÓN. (SABO ESPAÑOLA) .....	95
FIGURA 31: ESQUEMA ANILLO AGUA PULVERIZADA DEPÓSITO HFO USO DIARIO Y HFO 400 DEL DIQUE 2. ....	98
FIGURA 32: ESQUEMA ANILLO AGUA PULVERIZADA DEPÓSITO LFO. ....	98
FIGURA 33: ESQUEMA ANILLOS AGUA PULVERIZADA DEPÓSITO HFO 4000 DEL DIQUE 3. ....	98
FIGURA 34: CURVAS DENSIDAD/ÁREA Y RIESGO DE INCENDIO.( CAPÍTULO 11.2 NFPA 13: STANDARD FOR THE INSTALLATION OF THE SPRINKLER SYSTEMS).....	99
FIGURA 35: DETALLE DISPOSICIÓN BOQUILLAS DEPÓSITO LFO. ....	100
FIGURA 36: DETALLE DISPOSICIÓN DE BOQUILLAS DEPÓSITO HFO DIARIO. ....	101
FIGURA 37: DETALLE DISPOSICIÓN DE BOQUILLAS DEPÓSITO HFO 4000. ....	102
FIGURA 38: ESQUEMA SISTEMA AGUA NEBULIZADA EN EDIFICIO ELÉCTRICO.....	106
FIGURA 39: ESQUEMA GENERAL SISTEMAS DE EXTINCIÓN. ....	108
FIGURA 40: ESQUEMA DE TODOS LOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN. ....	110
FIGURA 41: RESULTADOS HIDRÁULICOS ANILLO LFO. (AUTOSPRINK).....	111
FIGURA 42: RESULTADOS HIDRÁULICOS CONDICIÓN MÁS DESFAVORABLE TOTAL. (AUTOSPRINK). ....	113
FIGURA 43: RESULTADOS HIDRÁULICOS CONDICIÓN MÁS DESFAVORABLE ESPUMA. (AUTOSPRINK). ....	114
FIGURA 44: DEMANDA ANILLO LFO (AUTOSPRINK). ....	115
FIGURA 45: RED EXTERIOR DE AGUA EXISTENTE EN LA PLANTA. ....	119
FIGURA 46: ESQUEMA SALA CONEXIONADO BOMBAS. ....	123
FIGURA 47: DETALLE DE DISPLAY, DE PROCESADOR CENTRAL Y MÓDULO DE ALIMENTACIÓN. (EDWARDS. UTC COMPANY). ....	130
FIGURA 48: DETALLE DETECTOR DE HUMOS. (EDWARDS. UTC COMPANY). ....	131
FIGURA 49: DETECTOR DE CALOR TIPO FENWALL Y CARCASA TIPO ESTANCO. (EDWARDS. UTC COMPANY). ....	132
FIGURA 50: DETALLE DE UN DETECTOR DE LLAMA (UV/IR) PARA MONTAJE EN EXTERIOR Y SOPORTE DE ACERO INOXIDABLE. (EDWARDS. UTC COMPANY). ....	133
FIGURA 51: DETALLES DE DETECTOR DE HUMOS POR ASPIRACIÓN DE UN ÚNICO TUBO Y DE DOS TUBOS. (EDWARDS. UTC COMPANY) .....	134



FIGURA 52: PULSADOR MANUAL DE ALARMA. (EDWARDS. UTC COMPANY). .....	135
FIGURA 53: SIRENA DE ALARMA CON ESTROBO. (EDWARDS. UTC COMPANY). .....	136
FIGURA 54: DETALLE DE VARIOS MÓDULOS DE SEÑAL. (EDWARDS. UTC COMPANY). .....	137
FIGURA 55: DETALLES DE PULSADOR MANUAL DE DISPARO, MANETA DE DESCONEXIÓN DEL SISTEMA Y PULSADOR DE INHIBICIÓN. (EDWARDS. UTC COMPANY). .....	138
FIGURA 56: PUESTO DE CONTROL DE DILUVIO. (VICTAULIC). .....	141
FIGURA 57: DETALLE DE UN MODELO FP400E-3X E CONTROL DE CAÑONES MONITORES. (BERMAD). .....	143
FIGURA 58: VÁLVULA DE TIPO HUSILLO ASCENDENTE. (VIKING). .....	144
FIGURA 59: VÁLVULA DE MARIPOSA MONITORIZADA. (VICTAULIC). .....	145
FIGURA 60: VÁLVULA DE RETENCIÓN (VICTAULIC). .....	146
FIGURA 61: DETALLE DE MONITOR PARA EQUIPOS DE AGUA. (SABO ESPAÑOLA). .....	148
FIGURA 62: LANZA DE AGUA PARA CAÑONES MONITORES. (SABO ESPAÑOLA). .....	149
FIGURA 63: ROCIADOR K80. (VIKING). .....	150
FIGURA 64: BOQUILLA PARA AGUA PULVERIZADA. (VIKING). .....	150
FIGURA 65: DETALLE DEL MODELO DE MONITOR ESPECIFICADO, CON UNIDAD DE AUTO-OSCILACIÓN INCORPORADA. DCH. VISTA Y ALZADO DEL EQUIPO Y ANGULOS DE COBERTURA EN INCLINACIÓN VERTICAL. (SABO ESPAÑOLA). .....	151
FIGURA 66: DETALLE DE LANZA DE ESPUMA AUTO-ASPIRANTE PARA CAÑONES MONITORES Y ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO PARA FORMACIÓN DE ESPUMA. (ANGUS FIRE). .....	152
FIGURA 67: DETALLE DE VERTEDERA DE ESPUMA FIJA PARA DIQUES Y CUBETOS, CON CONEXIÓN BRIDADA. (SABO ESPAÑOLA). .....	153
FIGURA 68: DETALLE DE VERTEDERA DE ESPUMA FIJA PARA DIQUES Y CUBETOS, CON CONEXIÓN BRIDADA. (SABO ESPAÑOLA). .....	154
FIGURA 69: DOSIFICADOR FIREDOS 2500. (SABO ESPAÑOLA). .....	155
FIGURA 70: EJEMPLO ESPUMÓGENO ACTUANDO. (SABO ESPAÑOLA). .....	156
FIGURA 71: DEPÓSITO ESPUMÓGENO. (SABO ESPAÑOLA). .....	157
FIGURA 72: BOQUILLA DE BAJA EXPANSIÓN. (SABO ESPAÑOLA). .....	158
FIGURA 73: BOQUILLA DE MEDIA EXPANSIÓN. (SABO ESPAÑOLA). .....	159
FIGURA 74: SPRINKLER DE AGUA-ESPUMA. (VIKING). .....	160





FIGURA 75: DETALLE DE UNA MOTOBOMBA DE MOTOR DIÉSEL NFPA 20 EN BANCADA DE MONOBLOQUE PARA USO CONTRA

INCENDIOS.....	161
FIGURA 76: DIAGRAMA DE BATERÍA DE CILINDROS CON 6 BOTELLAS DE N2Y 18 BOTELLAS DE AGUA. ....	164
FIGURA 77: BOQUILLAS NEBULIZADORES. MODELO CERRADO TIPO SPRINKLER. (SIEX). ....	166
FIGURA 78: RESULTADOS HIDRÁULICOS ANILLO HFO DIARIO. (AUTOSPRINK). ....	203
FIGURA 79: RESULTADOS HIDRÁULICOS ANILLO HFO 4000 DIQUE 2. (AUTOSPRINK). ....	204
FIGURA 80: RESULTADOS HIDRÁULICOS ANILLO HFO 4000 DIQUE 3. (AUTOSPRINK). ....	205
FIGURA 81: RESULTADOS HIDRÁULICOS VERTEDERAS DIQUE 1. (AUTOSPRINK). ....	206
FIGURA 82: RESULTADOS HIDRÁULICOS VERTEDERAS DIQUE 2. (AUTOSPRINK). ....	207
FIGURA 83: RESULTADOS HIDRÁULICOS VERTEDERAS DIQUE 3. (AUTOSPRINK). ....	208
FIGURA 84: RESULTADOS HIDRÁULICOS TRANSFORMADORES PRINCIPALES. (AUTOSPRINK). ....	209
FIGURA 85: RESULTADOS HIDRÁULICOS NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO. (AUTOSPRINK). ....	210
FIGURA 86: RESULTADOS HIDRÁULICOS NAVE DE CARGADERO DE CAMIONES. (AUTOSPRINK). ....	211
FIGURA 87: RESULTADOS HIDRÁULICOS NAVE DE MOTORES. (AUTOSPRINK). ....	212
FIGURA 88: DEMANDA ANILLO HFO 4000 DIQUE 2 (AUTOSPRINK). ....	213
FIGURA 89: DEMANDA VERTEDERAS DIQUE 2. (AUTOSPRINK). ....	214



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS LFO.....	35
TABLA 2: CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS HFO.....	36
TABLA 3: CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS ACEITE PARA TRANSFORMADORES.....	36
TABLA 4: CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS ACEITE TÉRMICO.....	37
TABLA 5: CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS ACEITE DE LUBRICACIÓN.....	37
TABLA 6: REQUERIMIENTOS NORMATIVA NACIONAL PARA NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO.....	42
TABLA 7: REQUERIMIENTOS NORMATIVA NACIONAL PARA NAVE DE MÁQUINAS.....	42
TABLA 8: REQUERIMIENTOS NORMATIVA NACIONAL PARA EDIFICIO ELÉCTRICO.....	42
TABLA 9: REQUERIMIENTOS NORMATIVA NACIONAL PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS.....	43
TABLA 10: REQUERIMIENTOS NORMATIVA NACIONAL PARA PARQUE DE COMBUSTIBLE.....	43
TABLA 11: REQUERIMIENTOS NORMATIVA NACIONAL PARA ALMACÉN Y TALLER.....	43
TABLA 12: REQUERIMIENTOS NORMATIVA NACIONAL PARA EDIFICIO DE OFICINAS Y ADMINISTRACIÓN.....	44
TABLA 13: DIÁMETRO DE TUBERÍAS COMO BASE DE DISEÑO.....	109
TABLA 14: RESUMEN CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	112
TABLA 15: RESUMEN PRESUPUESTARIO.....	126
TABLA 16: PRESUPUESTO INSTALACIONES DETECCIÓN Y ALARMA.....	168
TABLA 17: PRESUPUESTO EQUIPOS DE AGUA.....	173
TABLA 18: PRESUPUESTO EQUIPOS DE ESPUMA.....	176
TABLA 19: PRESUPUESTO ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS.....	189
TABLA 20: PRESUPUESTO AMPLIACIÓN DE LA RED EXTERIOR.....	195
TABLA 21: PRESUPUESTO AGUA NEBULIZADA.....	198



## ***ABREVIATURAS***

PCI: Protección Contra Incendios.

NFPA: National Fire Protection Association.

NTP: Network Time Protocol.

API: American Petroleum Institute.

UNE: Una Norma Española.

HFO: High Fuel Oil.

LFO: Light Fuel Oil.

CCTV: Circuito Cerrado de TeleVisión.

UTC: United Technologies Company.

ATEX: ATmósferas EXplosivas.

AFFF: Aqueous Film Foam Former.

SLC: Signaling Line Circuit-loop.



## RESUMEN

Se define como seguridad contra incendios, a todo estudio que se realiza para luchar contra el fuego. Entre estos elementos, se puede diferenciar entre elementos de protección activa, siendo aquellos que luchan directamente contra el fuego, esto es, sistemas de detección y alarma, medios manuales contra incendios, extintores, sistemas automáticos de extinción de incendios.... Los elementos de protección pasiva son aquellos que actúan como barreras contra el incendio, siendo por ejemplo, los elementos resistentes al fuego, sectorización, puertas corta fuego, etc... Por último, como elemento de seguridad contra incendios también se consideran los estudios de evacuación.

En este proyecto vamos a estudiar parte de la seguridad contra incendios de una central de generación por combustión. Nos centraremos en el estudio de los elementos de protección activa.

Para que haya sido posible el desarrollo de esta ingeniería de detalle, antes ha sido necesario acudir al recinto de estudio para realizar las pertinentes mediciones. Estas fueron llevadas a cabo por el personal especializado de la empresa ASHES FIRE CONSULTING durante los meses de Julio y Agosto de 2014.

A partir de estas mediciones comenzamos a elaborar la auditoria, el diagnóstico del recinto auditado, viendo cuales eran sus deficiencias y como podían ser solucionadas.

Lo primero que hay que realizar es una división por zonas de la central. Esta central está dividida en:

- Nave de descarga de combustible.
- Nave de bombas de tratamiento.
- Parque de combustible.
- Edificio eléctrico.
- Transformadores.
- Motores.
- Otros: Generador de emergencia, transformadores auxiliares, edificio de oficinas, almacén...

Una vez identificado el peligro en las diferentes zonas, se realiza una evaluación de riesgo, sabiendo que, los principales riesgos a tener en cuenta son:

- Riesgo eléctrico.
- Riesgo de combustible.
- Riesgo de máquinas.

Todo este proceso debe estar regulado por unas normas. En este caso, nosotros debemos recurrir a:

- Normativa nacional: Real Decreto No 85-11 de la República Dominicana.
- Normativa corporativa: Norma interna de la central basada en la experiencia en otros recintos de este tipo.

Una vez realizado el diagnóstico y comparado con la normativa, podemos identificar cuáles son las deficiencias del establecimiento y cómo podemos solucionarlas.

La central estaba dotada con un sistema general de alarma, dando cobertura a las principales zonas de riesgo. Pero no se ha realizado el mantenimiento adecuado y algunos de los equipos no se encuentran en buenas



condiciones, por eso, es necesario implantar un nuevo sistema de detección y alarma, que además, este asociado a los nuevos sistemas de extinción automáticos que también se proponen.

En cuanto al abastecimiento de incendios y sistemas de extinción, la central cuenta con un depósito de agua contra incendios de una capacidad de 500 m<sup>3</sup>, una red de abastecimiento suficiente para abastecer los medios manuales con los que cuenta: estaciones de manguera. No cuenta con ningún sistema de extinción automática en ninguna de sus zonas, algo que supone un gran peligro en caso de incendio.

Sin embargo. La central cuenta con una cobertura de extintores suficiente y en buen estado, por lo que no se modificarán.

Por tanto, se proponen las siguientes actuaciones.

- Sistema de detección y alarma con cobertura completa a toda la central, asociada, si se requiere a los sistemas de extinción propuestos.
- Sistemas de extinción por espuma en: Nave de cargadero, nave de bombas de tratamiento, parque de combustible, transformadores principales y motores.
- Sistema de refrigeración por agua pulverizada en todos los depósitos de combustible.
- Sistema de extinción por agua nebulizada en el edificio eléctrico.

Para la implantación de todos estos sistemas, es necesario realizar una serie de cambios en la red de abastecimiento.

Todos estos cambios y nuevos diseños se realizan consultando códigos de diseño. Recurrirnos fundamentalmente a la norma internacional de reconocido prestigio NFPA. También se consultan otras normas como UNE y API.

Una vez diseñados todos los sistemas, se justificarán los cálculos hidráulicos correspondientes para la selección de los equipos necesarios. Para la realización de los cálculos hidráulicos y el correspondiente diseño previo, se ha utilizado un potente software diseñado exclusivamente para esto: AUTOSPRINK.

Estos equipos vendrán acompañados por sus especificaciones técnicas y al final se realiza un presupuesto para que el cliente sepa el dinero que es necesario invertir en la central.



## **1. OBJETIVO Y ALCANCE**

El objeto de este proyecto es el desarrollo de la ingeniería de detalle de las condiciones de seguridad contra incendios de una central de generación por combustión, tras realizarse un diagnóstico previo, donde se desarrolla un análisis del estado de las condiciones y se detectan y valoran las deficiencias existentes en el establecimiento.

Este documento incluye el desarrollo de la ingeniería de las condiciones de protección activa contra incendios de la planta, proporcionando la completa definición, diseño, especificación técnica de producto y una medición presupuestaria de todas las actuaciones proyectadas, apoyándose en normas internacionales de reconocido prestigio.

Los trabajos que se realizan para el desarrollo de este proyecto se basan en las tomas de datos realizadas durante el mes de julio y agosto de 2014 por el personal especializado de la empresa ASHES FIRE CONSULTING, la información transmitida por el personal de la central, y la consulta de bibliografía especializada y datos de siniestralidad al efecto.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

La descripción técnica del establecimiento es el primer punto de análisis de las condiciones de seguridad contra incendios del mismo.

Se procede a realizar un análisis de zonificación y estructuración de las diferentes zonas de la planta con el objeto de identificar las áreas, sectores, riesgos y zonas críticas en cada zona.

### **2.1.1. UBICACIÓN Y ACTIVIDAD**

La planta industrial estudiada es una Central de Generación por Combustión, mediante el uso de motores estacionarios.

El combustible, fueloil – High Fuel Oil (en adelante HFO) y gasoil – Light Fuel Oil (LFO), es descargado, almacenado, tratado y transportado, para alimentar un total de 5 motores de 17,50 MW cada uno.

Estos motores generan energía eléctrica (hasta 87,50 MW), que es procesada a través de una estación de transformadores (2 unidades de transformación de 69 MVA), que finalmente es incorporada al suministro público a través de una subestación.

A continuación se muestra una vista aérea de la central y su ubicación:



Figura 1: Vista en planta de la parcela industrial. (Google Maps)

La Planta está “dividida” por un canal que recorre longitudinalmente toda la parcela, separando la misma en zonas. La planta cuenta con dos accesos, el acceso de bomberos se realiza por cualquiera de las dos entradas principales, estando el parque más cercano situado a 10 Km. aprox. y con una estimación de tiempo de intervención en torno a 20 min.

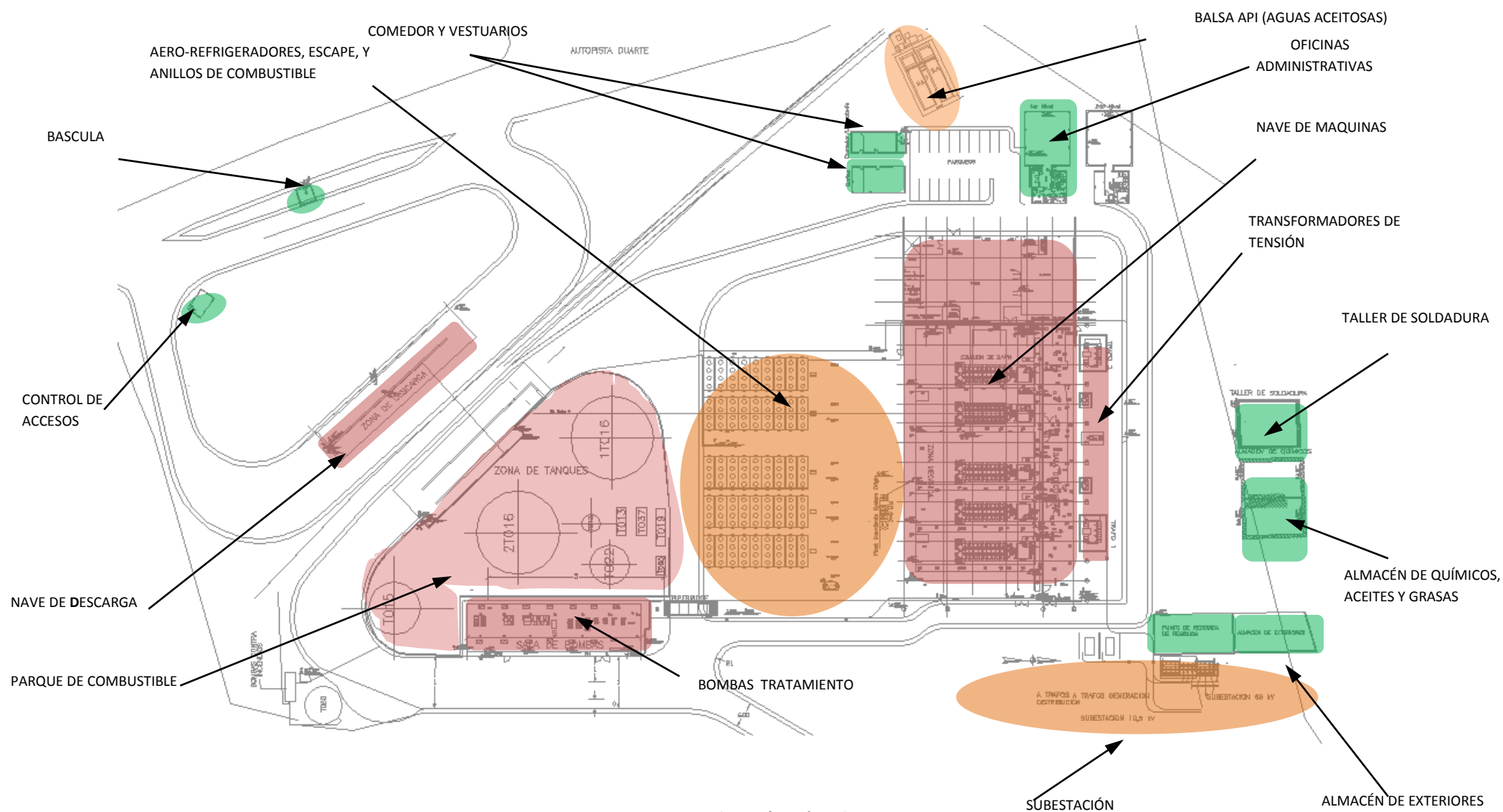
En la recepción se encuentra el puesto de seguridad, vigilancia y control de accesos, atendida 24h. por personal de seguridad, del que siempre hay una persona en la recepción y otra persona haciendo rondas de vigilancia por todo el perímetro de la parcela.

La Central cuenta con un sistema de circuito cerrado de televisión (en adelante CCTV), gestionado actualmente desde la recepción, con cobertura parcial (límites de la parcela, zonas de tránsito, etc.) y algunas cámaras puntuales en riesgos interiores.

NOTA: Está en proceso la construcción e implantación de una sala de seguridad general corporativa para todo el país - CESEDOM -.

### 2.1.2. ZONIFICACIÓN

A continuación se muestran tres croquis de zonificación de la planta:



**Figura 2: Croquis de zonificación 1 de 3.**



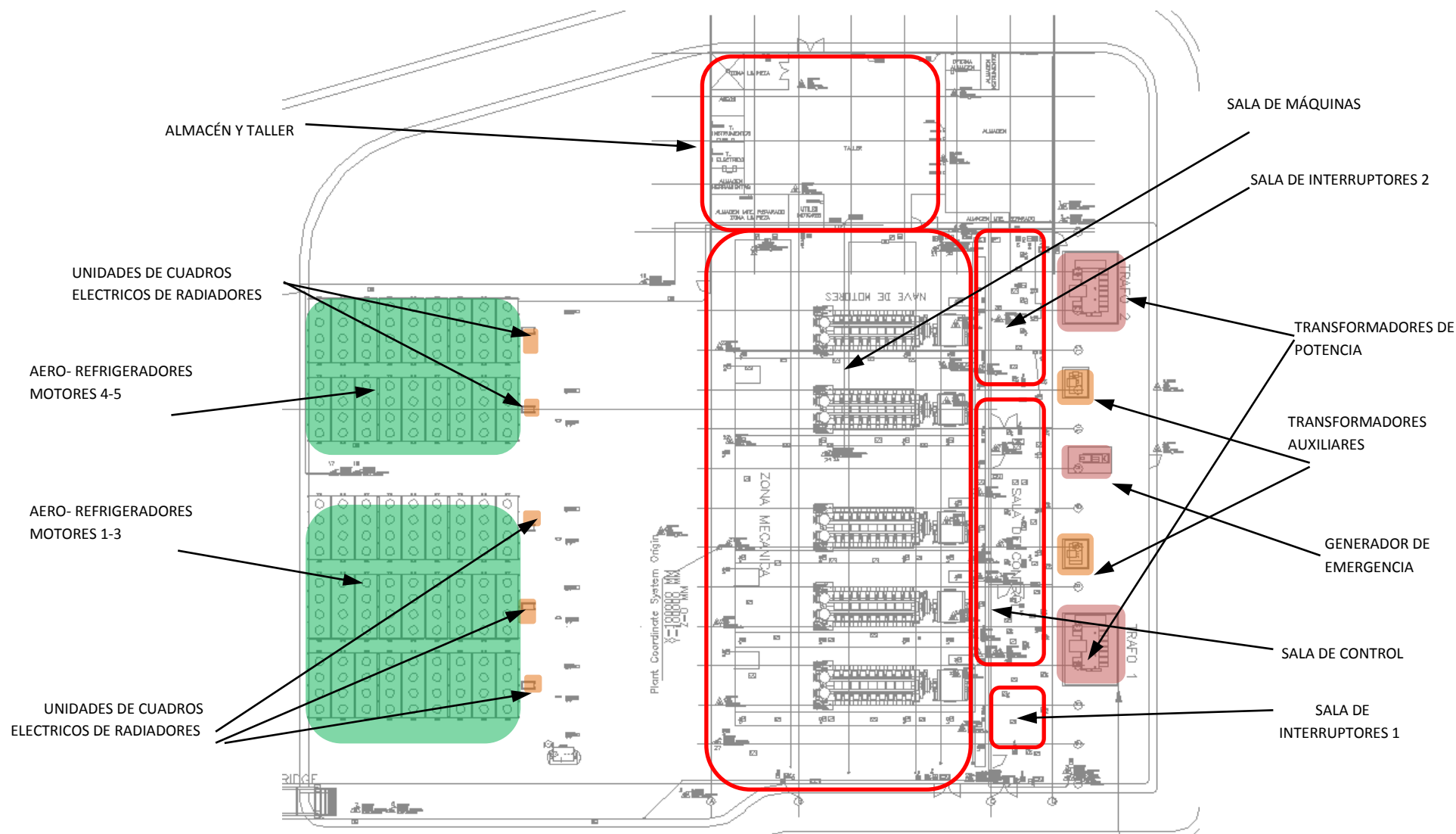


Figura 3: Croquis de zonificación 2 de 3.

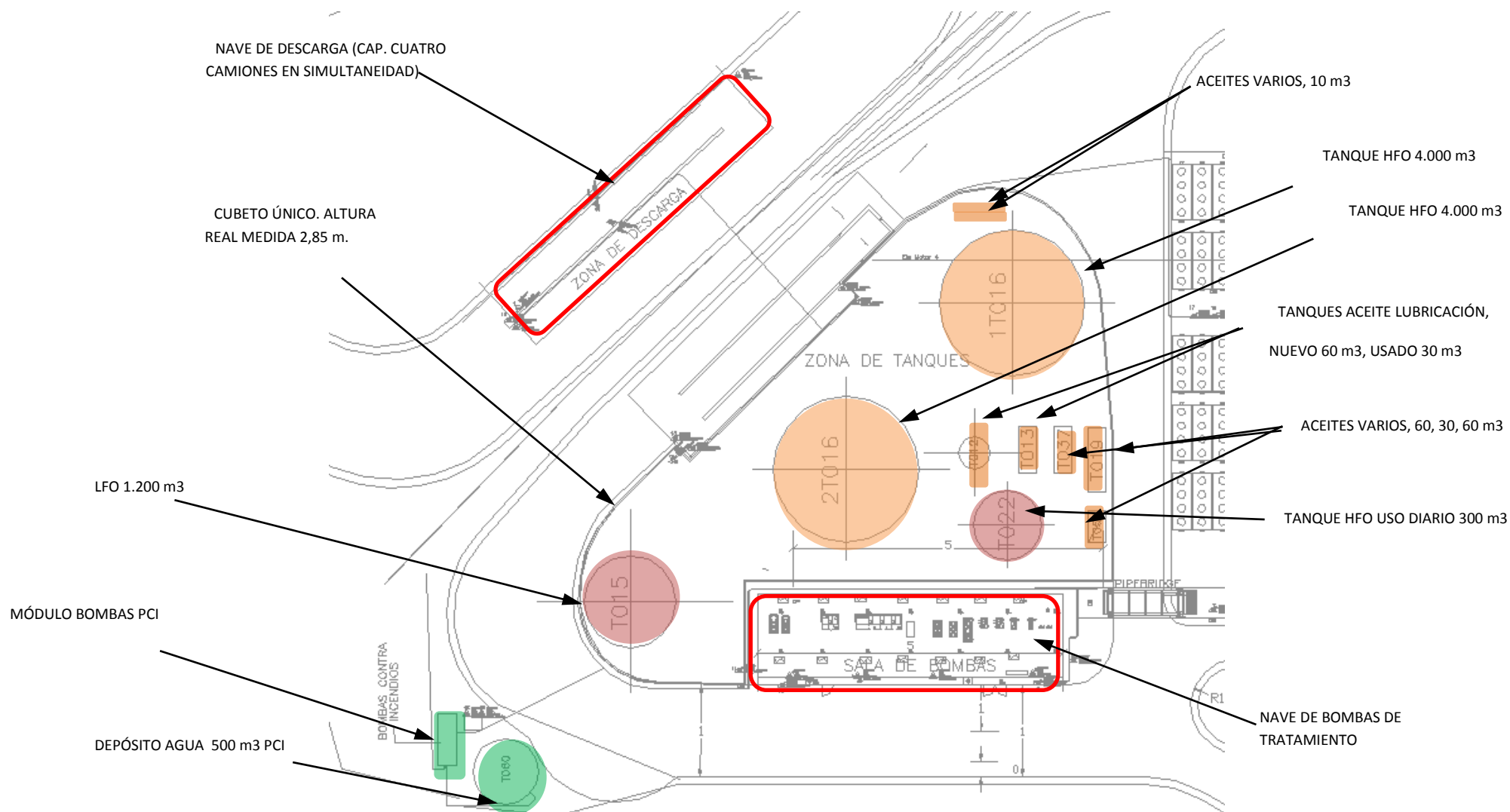


Figura 4: Croquis de zonificación 3 de 3.

### **2.1.3. EDIFICIO ELÉCTRICO Y GALERÍAS DE CABLES**

El edificio eléctrico es el módulo formado por las dos salas de interruptores y la sala de control. Se encuentra integrado en la nave de motores, en el lateral derecho, cubriendo el paso entre los motores y los transformadores de potencia. Encima de este edificio se encuentran los equipos de climatización y movimiento de aire de la nave de motores.

A continuación se muestran dos imágenes, una perteneciente a la sala de control y otra a una de las salas de interruptores.



**Figura 5: Detalle sala de control con baterías de cuadros de distribución.**



**Figura 4: Detalle sala de interruptores correspondiente al transformador número 2.**

La sala de control y las dos salas de interruptores están sectorizadas entre sí, y respecto a sala de máquinas con el mismo tipo de muro de cerramiento de fábrica de hormigón, y el paso entre las salas eléctricas y la sala de máquinas, cuenta con un cerramiento aislante de pladur con objeto de aislar acústicamente.

La altura total del módulo es de unos 5,50 m. en el lado mayor y de 4,00 en el lado menor, siendo la altura media de las salas en ambiente de 3,00 m.

Tanto la sala de control como las dos salas eléctricas cuentan con equipos autónomos internos de climatización, en ambiente, que no comunica ni con otros ambientes ni con otros recintos.



### SALA DE CONTROL

Es la entrada principal de las acometidas de cable desde los alternadores y las galerías de cables. Además en ella se encuentran varias baterías de cuadros de distribución en media tensión.

En ella, se encuentra el único acceso directo al edificio mediante un vestíbulo de independencia. Además, cuenta con un ventanal a la sala de máquinas.

La sala de control cuenta con un falso suelo completo, por donde discurren líneas de señal, de baja tensión y acometidas principales de media tensión, provenientes desde la sala de máquinas, y distribuidas también a las salas de interruptores.

Tiene presencia de personal 24 h. estimada en 5-10 personas.

La superficie de la sala es de aproximadamente 230 m<sup>2</sup>.

### SALAS DE INTERRUPTORES:

Únicamente ubican los cuadros de interruptores de salida a transformadores principales.

En las dos salas de interruptores únicamente hay cárcamos o galerías en el suelo, por donde discurren las principales acometidas eléctricas desde la sala de control y la sala de máquinas hasta los interruptores, y de éstos a los transformadores.

Las salas permanecen no ocupadas con presencia solo a efectos de mantenimiento u operación.

La superficie de las salas es aproximadamente de 65 m<sup>2</sup> la sala de interruptores 1, y de 30 m<sup>2</sup> la sala de interruptores 2.

#### **2.1.4. TRANSFORMADORES PRINCIPALES**

La planta cuenta con dos transformadores de potencia, dedicados a los circuitos alternadores de los motores 1 a 3 y 4 a 5 respectivamente.

A continuación se muestra una imagen de los transformadores:



**Figura 6: Transformadores de la central.**

Los dos transformadores de potencia son principales de conexión directa, cada uno con su propia sala de interruptores y la subestación.

El volumen de aceite, considerado de alta combustibilidad, de cada transformador es de 15.950 Kg (19.900 l. aprox.).

Cada transformador cuenta con una malla cubierta de piedra a modo de apagallamas, y el posible aceite vertido es recolectado por gravedad, mediante un cubeto, dimensionado para contener el posible aceite derramado.

Las acometidas de tensión, desde la sala de interruptores hasta las estaciones de transformación se enrutan soterradas bajo el vial, en arquetas no accesibles completamente selladas.

Por último, cada uno de los dos transformadores está separado del resto de bloque eléctrico (trafos auxiliares y módulo del generador de emergencia) por medio de muros de hormigón armado, de un espesor no inferior a 300 mm., y unas dimensiones aproximadas, de ancho similar a toda la solera, y de alto 5,00 m.

### **2.1.5. SALA DE MÁQUINAS (NAVE DE MOTORES)**

El edificio de motores o máquinas, es la nave principal donde se ubican los cinco motores de combustión, de 17,50 MW cada uno.

A continuación se muestran dos vistas correspondientes a la nave de motores:



**Figura 8: Vista general nave de máquinas**



**Figura 7: Vista motores nave de máquinas.**

En uno de sus extremos, en el lado norte, se encuentra acoplado y formando parte de la misma estructura, el edificio de taller y almacenamiento. De la misma forma, en el lado este de la nave, en línea con los cinco bloques de motores, se encuentra el edificio eléctrico.

Todas las acometidas eléctricas se distribuyen tanto en alta como en media tensión, y señal, por medio de bandejas de cableado que circulan por arquetas y galerías que se distribuyen por toda la sala.

Las alturas de la nave son de aproximadamente 7,00 m. en la zona de combustible, y de aproximadamente 15,00 m. en la zona de motores.

Dependiendo de en qué cotas de altura de la nave se mida el rango, la temperatura media de la nave de máquinas puede alcanzar normalmente los 45-55°C.

La sala de máquinas permanece no ocupada, con presencia solo a efectos de mantenimiento u operación, aunque puede estar ocupada por bastantes personas realizando funciones de mantenimiento. Se estima un total de 20 personas en la sala en los casos más desfavorables.

La superficie de la sala es de aproximadamente 2.100 m<sup>2</sup>.

#### **COMBUSTIBLE:**

Estos motores tienen un consumo periódico de LFO y HFO; la entrada de ambos combustibles en la nave es constante.

Desde el tanque de uso diario de HFO y LFO se bombean dos anillos, desde los que se hacen las alimentaciones a la nave. Por otra parte, hay que hacer un tratamiento térmico del HFO, que se realiza



con otro anillo de aceite, que se calienta a través de intercambiadores de calor (el calor se obtiene desde los gases de escape) y se bombea a los encapsulados de combustible.

En la sala de máquinas entran ya los dos tipos de combustible hasta los módulos de cada motor. En cada módulo hay una válvula de tres vías que introduce en el motor el HFO o el LFO según proceda. A partir de aquí, la línea es única, hasta el anillo de inyección, que rodea completamente el bloque abasteciendo todas las bombas inyectoras.

Este anillo, se sitúa en el nivel medio del bloque del motor y está expuesto.

A continuación, se muestra un esquema del trasiego de combustible de la central, desde los depósitos, hasta la entrada a la nave de motores.

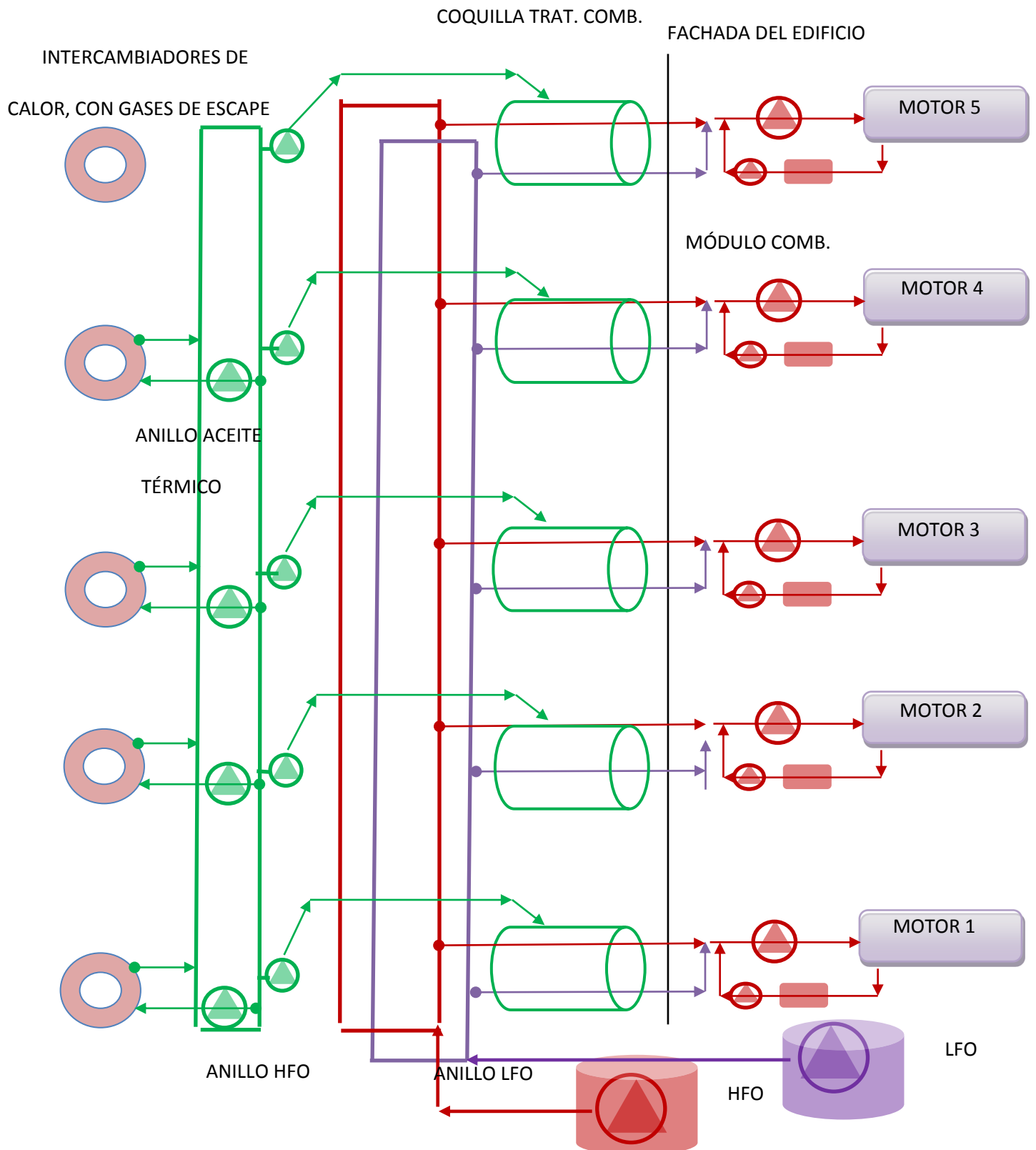


Figura 9: Trasiego de combustible de parque de combustible a nave de máquinas



Al respecto de los equipos de trasiego de combustible y aceite en el interior de la nave, a continuación se muestra un diagrama de localización, en el interior de la sala de máquinas.

A continuación se muestra un esquema del trasiego de combustible y aceite en el interior de la nave de motores.

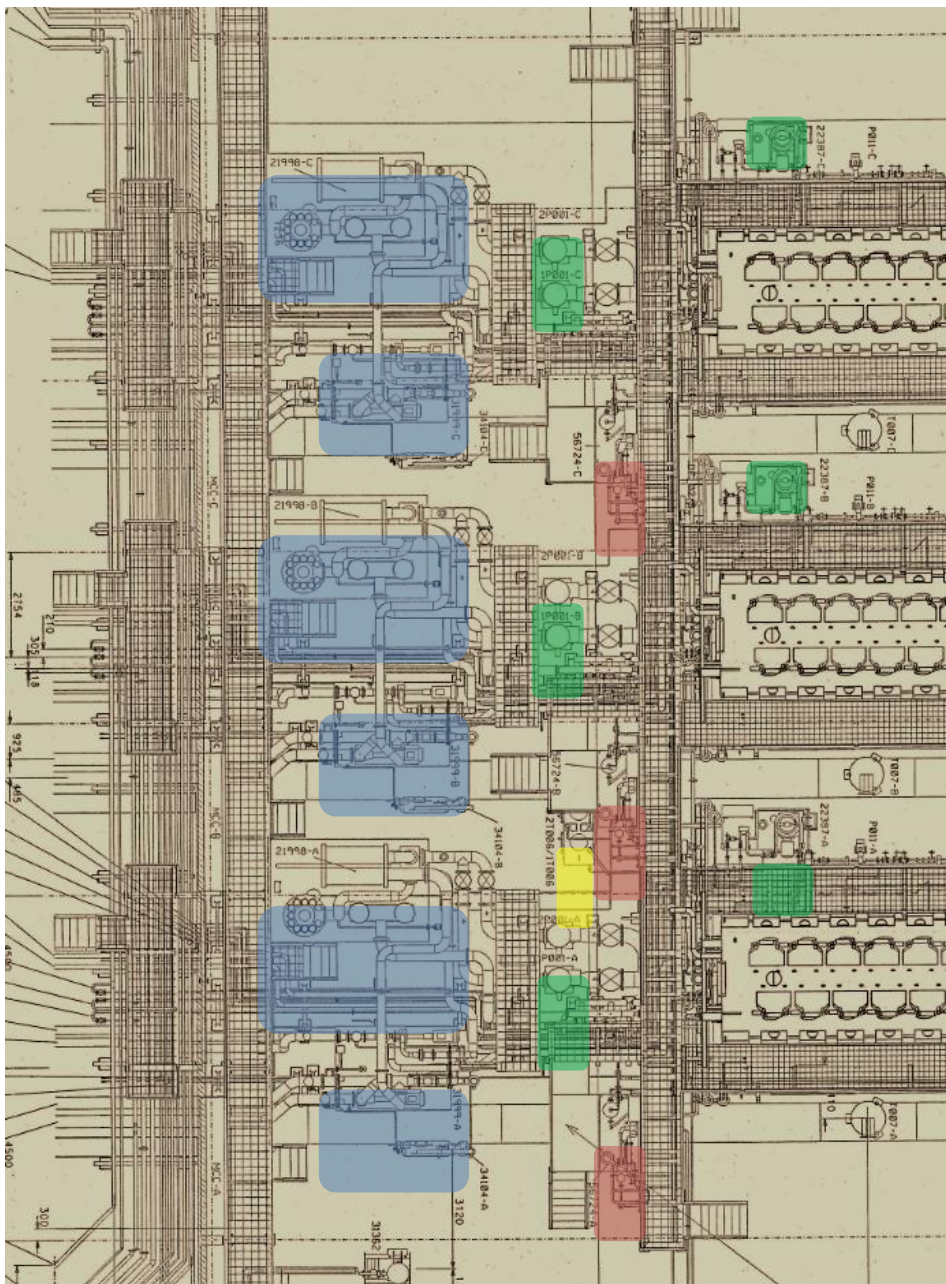


Figura 10: Trasiego de combustible y aceite interior nave de máquinas

- En azul, se pueden ver las bombas de trasiego de agua de refrigeración del motor (un bloque es para alta temperatura y otro para baja temperatura).
- En verde se pueden ver las bombas principales de aceite de lubricación, y en un lateral de cada bloque la bomba separadora de aceite.
- En rojo se pueden ver los módulos de combustible, donde se encuentra el depósito de mezcla, la bomba de entrada al anillo de inyección, y la válvula de tres vías donde se encuentran las líneas de HFO y LFO para entrada común al motor.
- En amarillo se ve un módulo de recogida de fugas (desde el anillo de inyección), de los que solo haya dos, uno para los motores 1 a 3, y otro para los motores 4 y 5.

La mayor parte del enrutado de combustible está encapsulado con sistemas de seguridad, cualquier fuga o caída de presión es detectada de manera que se provoca automáticamente el corte de los suministros.

Por esto, se considerarán puntos de riesgo:

- El anillo que rodea el bloque del motor y reparte el combustible entre las bombas inyectoras. Este anillo, que trabaja hasta a presiones de 1000 bares, está abierto y expuesto, de manera que no existe ningún medio físico para contener la posible fuga.
- Existe un sumidero perimetral cuyo objetivo es recoger todas estas pequeñas fugas. Estos sumideros están formados por mallas de material constantemente impregnado de combustible.
- El turbo: Compresor que optimiza la mezcla de aire en la combustión, y mejora el rendimiento del motor. Se trata de un cuerpo en contacto con la salida de gases calientes y con el motor (400-500°C). Cualquier fuga de combustible que tome contacto en esta zona, se inflamará con seguridad.

#### ACEITES:

También hay que considerar como un riesgo importante de incendio el aceite de lubricación. En este tipo de motor, el aceite de lubricación se utiliza tanto para lubricar el propio bloque del motor, como los cojinetes del alternador y el turbo. El aceite de lubricación trabaja a una presión entre 5 y 6 bar., y tiene un punto de inflamación de 230° C, siendo muy fácilmente inflamable en las condiciones de trabajo.

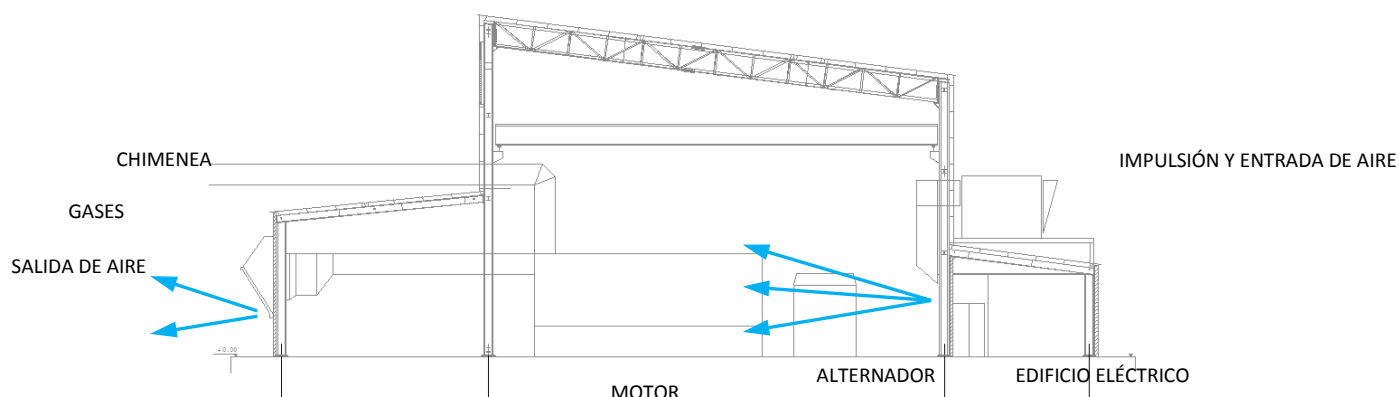
1. **Bombas de aceite de lubricación.** Es el principal motor de impulsión y presurización del aceite al interior del bloque, se encuentra en el interior de la nave y recirculan el aceite del motor (el aceite nuevo es introducido al circuito desde el parque de combustible por medio de otras bombas fuera de la nave).
2. **Bombas separadoras:** Cada motor tiene una bomba separadora que refina el aceite del motor, para lo que utiliza un aceite térmico. Esta mezcla de dos aceites en único equipo es un riesgo de incendio muy importante en caso de avería o fallo de la bomba.

3. **Cojinetes del alternador.** El aceite está en contacto con los cojinetes con objeto de lubricar, una anomalía o fuga del mismo haría entrar en contacto el aceite con una importante fuente de calor que sin duda generaría un incendio.
4. **Turbo.** El turbo en este modelo de alternador se encuentra situado prácticamente dentro del bloque del motor, y recibe de manera similar a los cojinetes de alternadores. La temperatura del turbo ronda los 500°C con lo que es muy probable que una fuga de aceite en esta zona genere un incendio.

#### VENTILACIÓN:

La nave está permanentemente ventilada, a unos niveles de caudal enormes, lo que es necesario para el óptimo funcionamiento y rendimiento de los motores.

La ventilación se produce en único sentido, disponiendo los elementos de impulsión y entrada en el lado este de la nave (sobre el bloque eléctrico), y los elementos de salida en el lado oeste, coincidiendo con las chimeneas de escape. Queda detallado en el siguiente croquis:



**Figura 11: Croquis de flujo de aire en la nave de máquinas.**

La ventilación está configurada de manera que todo el caudal introducido en la nave pasa “a través” de los motores para hacer el intercambio, con lo que de manera independiente al caudal total de aire en nave, las velocidades de movimiento de éste son enormes, alcanzando presiones altas (cuesta abrir puertas en ciertas zonas de la nave).

Esto influye de manera determinante, en los métodos tradicionales de detección de calor o productos de combustión, ya que la dilución del producto de la combustión y el calor generado son altísimos.

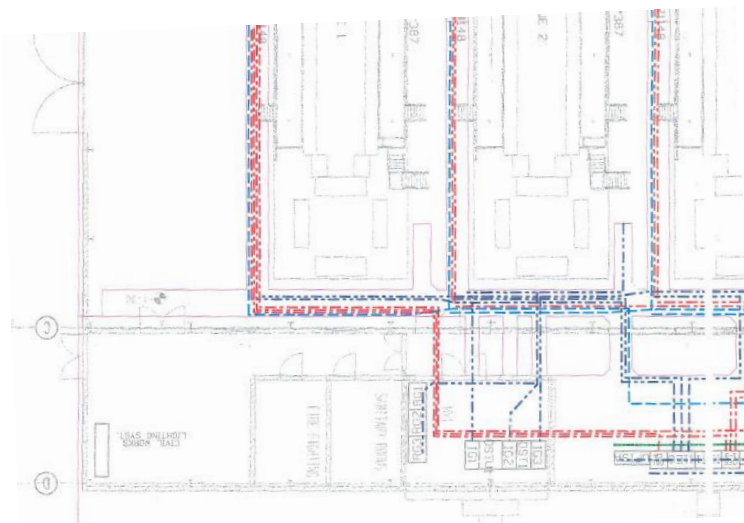
El bloque del alternador ventila directamente al ambiente en la sala de máquinas, con lo que, para las medidas de detección y protección del alternador, deben considerarse las mismas condiciones ambientales que en el resto de la nave.

#### ACOMETIDAS ELÉCTRICAS:

La sala de máquinas está construida de manera que numerosas galerías y arquetas en el suelo de la nave, son utilizadas a modo de transporte de bandejas de cables, tanto de media como de baja tensión y señal.

Las acometidas de tensión en la propia nave no son importantes, ya que en su mayor parte están destinadas al consumo de las diferentes bombas de la sala (estos equipos cuentan con sus propios cuadros de control y en algunos casos incluso algunos pequeños transformadores (secos, de baja potencia)), pero todas las alimentaciones de tensión desde los alternadores se distribuyen por estas galerías, así como las comunicaciones entre el edificio eléctrico y otras zonas de la planta a través de la nave.

A continuación, se muestran las principales acometidas eléctricas de los motores:



**Figura 12: Acometidas eléctricas en la sala de máquinas.**

En la mayoría de los pasos entre la sala de máquinas y las salas eléctricas, el paso está cerrado. Sin embargo el verdadero riesgo que existe en las galerías es que se acumula combustible y aceite derramado, y es muy probable que existan bandejas de cableados impregnadas con este material. En caso de fuga en los motores, bombas, etc. Dicho combustible acabará con seguridad derramándose por las galerías, encontrando por este medio un camino directo para comunicar todos los equipos y bloques de la nave.

### **2.1.6. PARQUE DE COMBUSTIBLE**

El parque de combustible es la zona de tanques de almacenamiento de combustibles y aceites. Es completamente exterior, formado por los diferentes depósitos ubicados en un único dique.

A continuación se muestra una fotografía del parque de combustible:



**Figura 13: Vista general del parque de combustible.**

Lindando con el propio muro del cubeto se encuentra la nave de bombas de tratamiento, sin prácticamente ninguna separación física. La nave de cargadero se encuentra separada del parque, situada al otro lado del canal.

Como todos los depósitos se encuentran en único dique, no puede establecerse una separación por funcionalidad o criticidad de las diferentes clases de hidrocarburos o su uso durante el proceso. Evidentemente, los depósitos de LFO, y de HFO de uso diario son a priori los más estratégicos (aunque todos los depósitos de almacenamiento son importantes para el mantenimiento de la actividad productiva); situándose el de LFO separado espacialmente del resto y del de HFO de uso diario, dentro del entramado de depósitos de aceite (depósitos menores de entre 10 y 30 m<sup>3</sup>), y tuberías de comunicación entre todos los sistemas.

De los depósitos menores deben destacarse los depósitos de aceite nuevo y usado.

Finalmente toda la instalación cuenta con varios enrutados de tubería para la entrada, descarga, limpieza y transporte de los diferentes líquidos, así como unidades de contención, con bombas de trasiego, y sistemas de drenaje.

El parque de almacenamiento permanece no ocupado con presencia solo a efectos de mantenimiento u operación.

La superficie de los cubetos es de aproximadamente 2.700 m<sup>2</sup>.



### **2.1.7. NAVE DE CARGADERO DE CAMIONES**

La nave de cargadero de combustible, es un estructura abierta donde se ubican hasta cuatro dispositivos de descarga de combustible (tanto HFO como LFO).

A continuación se muestra una vista de la nave:



**Figura 14: Vista general de la nave de combustible.**

La estructura se sitúa al otro lado del canal, en paralelo con el parque de combustible. Todas las acometidas de combustible salvan el canal con un pórtico sobre éste, y luego se entierran hasta la entrada en el parque para dejar el paso rodado

Se trata de una estructura de acero, completamente abierta. La cubierta es a dos aguas, de perfiles de chapa. La nave tiene una altura de 5,95 m. hasta 6,95 m. en cumbre, formada por 8 pórticos.

Básicamente la nave cuenta con cuatro módulos de entrada de combustible, de los cuales, se utilizan las bombas dos a dos. El otro punto a considerar es que el abastecimiento es triple, para HFO, para LFO y para aceite de motor.

El otro punto mencionable, es que a ambos lados de los dos carriles practicables existe una arqueta de desagüe, donde existe la posibilidad de que en caso de derrame, éstas se inunden de combustible.

La nave cuenta con un trasiego constante de camiones durante el periodo activo de la planta pudiendo llegar a albergar hasta cuatro camiones (se tardan 1h, 30 min. en descargar), lo que implica una presencia de entre 2 - 6 personas en algunos momentos, siempre en operaciones de trasiego y vertido de combustible.

La superficie de la nave es de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>.

### **2.1.8. NAVE DE COMBAS DE TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE**

La nave de bombas de tratamiento de combustible, es una estructura semi-abierta, de unas dimensiones considerablemente grandes, y una gran cantidad de equipos en su interior, en donde se ubican todos los módulos de bombas de combustible de la planta, tanto HFO como LFO y aceite, tanto los que operan en el propio parque de combustible, como las que trasiegan a nave de máquinas.

A continuación se muestra una fotografía tomada de la nave de bombas de tratamiento:



**Figura 15: Vista general de nave de bombas de tratamiento de combustible.**

La estructura está colindante con el cubeto del parque de combustible, prácticamente pegado a él.

Se trata de una estructura de acero, con cerramientos y cubierta a dos aguas, de perfiles de chapa. La nave tiene una altura de 4,70 m. hasta 6,00 m. en cumbre, formada por 9 pórticos.

Básicamente la nave incluye las bombas separadoras (trasiegos desde el HFO pesado a los HFO filtrados de uso diario), las bombas centrifugadoras de HFO, las bombas centrifugadoras de LFO, y las bombas de impulsión de los dos anillos de HFO y de LFO, y bombas de lodos.

En la sala se ubican también los cuadros eléctricos de control y mando de las bombas. Desde la zona de aero-refrigeradores, varias bandejas de acometidas eléctricas, de control, monitoreo y baja tensión, recorren la nave abasteciendo a todos los equipos.



### **2.1.9. OTRAS INSTALACIONES IMPORTANTES**

En este apartado se definen y describen otras estructuras o instalaciones menores, que deben considerarse como elementos importantes de cara a que su pérdida en caso de incendio, pueda implicar una parada en la continuidad del negocio.

#### **GENERADOR DE EMERGENCIA:**

La planta cuenta con un generador de emergencia formado por un motor diésel DE 450 kw, ubicado en un módulo tipo contenedor.

El motor diésel, tiene la típica configuración que ubica el depósito diésel en el bloque del motor, no obstante, cuenta con un depósito en el exterior, que alimenta directamente el motor, y éste si está suministrado de continuo desde el circuito de combustible general de la planta, en LFO.

#### **TRANSFORMADORES AUXILIARES:**

La planta cuenta con una estación de dos transformadores auxiliares para el abastecimiento de energía propio, de baja potencia.

Los transformadores son completamente exteriores, de aceite

Los transformadores auxiliares abastecen numerosos servicios de la Planta, el funcionamiento de los motores depende de este suministro, por tanto, debe considerarse su operatividad como crítica.

#### **ZONA DE AERO-REFRIGERADORES:**

Los motores de la sala de máquinas se mantienen refrigerados con módulos de aero-refrigeradores, que intercambian el calor con el ambiente y utilizan recirculación de agua mediante el empleo de grandes unidades de ventiladores.

Los bloques de ventiladores son completamente exteriores, y los cuadros de control y mando de las unidades, que están concentrados en tres bloques, se encuentran también expuestos en el exterior.

Las bombas de recirculación de agua se encuentran en el interior de la sala de máquinas, y cuenta con dos módulos, uno para alta temperatura y otro para baja temperatura.

En esta parte de la planta también hay grupos de bandejas aéreas de acometidas eléctricas de media y baja tensión que alimentan los diferentes equipos, y terminan en los cuadros de control.



### ***2.1.10.FLUJO DE COMBUSTIBLE***

El estudio de los flujos de proceso debe ser considerado para definir una evaluación cualitativa y completa de los riesgos.

En este análisis pone de manifiesto los puntos críticos de cara a la continuidad de la actividad y por tanto, se valora la criticidad de una zona o fase, en caso de una eventual pérdida por causa de incendio.

La nave de máquinas, es decir los motores como tal, así como toda la estructura eléctrica de transformación y transporte, son partes esenciales del proceso, sin las cuales la actividad se verá interrumpida. Sin embargo, el combustible, a parte de su valor económico intrínseco, debe contemplarse como un recurso que puede influir en el proceso en mayor o menor medida.

Siguiendo el flujo-grama, la secuencia de proceso es la siguiente:

1. El combustible, tanto HFO como LFO, se descarga en la planta a través de la nave de descarga de camiones, con capacidad para descarga de hasta cuatro camiones en simultaneidad.
2. El HFO se almacena en los depósitos generales, y el LFO en otro depósito al efecto.
3. Desde los depósitos generales de HFO, el combustible es filtrado y tratado (separadoras), y almacenado en los depósitos de HFO de uso diario. El LFO no necesita este tratamiento previo.
4. Desde el depósito de HFO de uso diario (o el de LFO, según proceda), el combustible es bombeado a los circuitos de combustible de máquinas. En este proceso, tanto la entrada de combustible de HFO como de LFO se calienta mediante un encoquillado de aceite térmico, proveniente de intercambiadores de calor de las chimeneas de escape.
5. En nave de máquinas, cada motor cuenta con su módulo de combustible, con diferentes circuitos, bombas y depósitos, que conectan y están integrados en el propio motor de manera individual. Es en este módulo de combustible donde se introduce y selecciona o bien HFO o bien LFO.

#### **SOBRE EL CONSUMO:**

La planta tiene un consumo continuo diario, con todos los equipos a plena carga, de 450 toneladas al día, es decir, 125.000 galones de HFO.

Por tanto la autonomía del parque de combustible es, en el caso de los HFO refinado de uso diario como su nombre indica, y en el caso del resto de tanques, de aproximadamente unos 20 días.

Independientemente de este consumo, el consumo de LFO también es importante, ya que con cierta periodicidad el mismo se utiliza, con lo que mantener el suministro de LFO en este caso también es importante. Además el LFO también se utiliza para el consumo del generador de emergencia, por lo que tiene una importancia estratégica.



#### SOBRE EL ACEITE DE MOTOR:

El aceite de motor se recircula en el motor, sin embargo, con una periodicidad prácticamente diaria (en función de un uso a plena carga), el aceite se renueva en el circuito.

Por tanto, el aceite de motor es un elemento importante en cuanto a la operativa del motor. Las bombas separadoras se han tenido en cuenta en la valoración del riesgo en otros puntos del Informe, pero no así los depósitos de aceite.

A este efecto deben tenerse en cuenta que la disponibilidad de los depósitos de aceite nuevo y aceite usado (60 m3 aprox. en ambos casos), es importante para la operativa de la planta.

#### CONCLUSIONES: PRINCIPALES RIESGOS

- **Las unidades de motores** son esenciales en el proceso productivo, y su pérdida interrumpe completamente la actividad. Se trata de un ELEMENTO CRÍTICO para el proceso productivo.
- **La estructura eléctrica, generación y transformación**, son esenciales en el proceso productivo, y su pérdida interrumpe completamente la actividad. Se trata de un ELEMENTO CRÍTICO para el proceso productivo.

En este punto debe indicarse y valorarse también la necesidad de contemplar la protección en los trafos auxiliares (si bien por carga de combustible no se corresponde un nivel de riesgo similar a los trafos principales, pero si como elemento de riesgo).

- **El parque de combustible** debe considerarse como un conjunto entre el parque de almacenamiento, la nave de descarga y la nave de bombas de tratamiento.

La nave de bombas es esencial para el proceso productivo, sin la cual no puede tratarse HFO entre diferentes unidades, ni hacerse llegar a los motores.

Respecto a los almacenamientos de HFO, LFO o aceites, prácticamente todos son importantes para el proceso productivo dado el nivel de consumo de la planta, en relación con el tiempo de indisponibilidad y el tiempo de reposición en caso de siniestro. Tanto los depósitos de HFO diario y LFO, como los depósitos generales de HFO, como los depósitos de aceite nuevo y usado son críticos para mantener la actividad productiva y como tal deben considerarse de cara a la prevención de incidentes en los mismos.

La nave de descarga, también se muestra como un elemento esencial, para mantener los niveles de consumo en orden.

El resto de estructuras, como depósitos de lodos, aceitosas, o similares, se valoran como ELEMENTOS DE RIESGO MEDIO para el proceso productivo.

- **Otras estructuras o sistemas**, principales o auxiliares del proceso (de emergencia, balsa de aceites, almacenamiento de productos químicos, oficinas, etc.) se valoran como ELEMENTOS DE RIESGO MEDIO para el proceso productivo.

### 2.1.11. PRINCIPALES LÍQUIDOS COMBUSTIBLES

A continuación, pasamos a describir los diferentes combustibles y aceites usados:

---

#### COMBUSTIBLE LIGERO - LFO

- Gasoil Diesel Plus de Shell (motores combustión interna encendidos por compresión).
- Combustible, no clasificado como inflamable. Grado NFPA de Inflamabilidad: 2
- Punto de inflamación: 52 °C (CLASE C)
- Temperatura de auto-ignición: > 250 °C
- Temperatura de funcionamiento normal en Planta: Ambiente.
- Su combustión puede generar vapores más pesados que el aire, que pueden ser inflamables incluso a temperaturas por encima del punto de ignición, que se pueden dispersar e ignitar a distancia de los puntos donde se originaron. Evitar temperaturas extremas de exposición en los puntos de almacenamiento, y evitar fuentes de calor en los puntos de almacenamiento.

---

**Tabla 1: Características constructivas LFO.**

---

#### COMBUSTIBLE PESADO - HFO

- Fueloil pesado de Shell (combustible industrial para equipos de combustión).
  - Combustible, no clasificado como inflamable. Grado NFPA de Inflamabilidad: 2
  - Punto de inflamación: 62 °C (CLASE C)
  - Temperatura de auto-ignición: > 220 – 300 °C
  - Temperatura de funcionamiento normal en Planta: 135 °C
-

---

#### COMBUSTIBLE PESADO - HFO

---

- Su combustión puede generar vapores más pesados que el aire, que pueden ser inflamables incluso a temperaturas por encima del punto de ignición, que se pueden dispersar e ignitar a distancia de los puntos donde se originaron. Evitar temperaturas extremas de exposición en los puntos de almacenamiento, y evitar fuentes de calor en los puntos de almacenamiento.

---

**Tabla 2: Características constructivas HFO.**

---

#### ACEITE DIELECTRICO DE TRANSFORMADORES

- Aceite mineral de Transformador (de alta combustibilidad)
- Combustible, no clasificado como inflamable. Grado NFPA de Inflamabilidad 1
- Punto de inflamación: Aproximadamente 145 °C (CLASE D)
- Temperatura de auto-ignición: > 270 – 315 °C
- Temperatura de funcionamiento normal en Planta: En transformador.
- La presión y funcionamiento del aceite no es relevante en funcionamiento normal del transformador. Una vez se produce un fallo eléctrico, incendio, rotura de estanqueidad, etc., el aceite se libera y la temperatura y presión de trabajo lo inflaman rápidamente.

---

**Tabla 3: Características constructivas aceite para transformadores.**

---

#### ACEITE TÉRMICO DE TRATAMIENTO DEL HFO

- Aceite térmico - Shell Thermia Oil B
  - Combustible, no clasificado como inflamable. Grado NFPA de Inflamabilidad 2
  - Punto de inflamación: Aproximadamente 230 °C (CLASE D)
  - Temperatura de auto-ignición: > 320 °C
-

---

#### ACEITE TÉRMICO DE TRATAMIENTO DEL HFO

- Temperatura de funcionamiento normal en Planta < 200 °C
- El aceite térmico tiene como función calentar el HFO para preparar su entrada en los motores. Esta temperatura de funcionamiento es siempre inferior a los límites del HFO y por supuesto a los del propio aceite térmico.

---

**Tabla 4: Características constructivas aceite térmico.**

---

#### ACEITE DE LUBRICACIÓN DE MOTOR

- Aceite térmico - Shell Argina X40
- Combustible, no clasificado como inflamable. Grado NFPA de Inflamabilidad 2
- Punto de inflamación: Aproximadamente 205 °C (CLASE D)
- Temperatura de auto-ignición: > 320 °C
- Temperatura de funcionamiento normal en Planta < 200 °C
- El aceite de lubricación en este tipo de motor es muy importante, ya que sirve para la propia lubricación en el bloque, los cojinetes del eje de transmisión con el alternadores, y el turbo. Además el aceite de lubricación también se utiliza en el proceso de separación (bomba separadora)

---

**Tabla 5: Características constructivas aceite de lubricación.**

**NOTA 1:** El grado de inflamabilidad lo obtenemos, de acuerdo a NFPA 704.

Se considera grado de inflamabilidad 2 a los materiales que deben ser calentados o expuestos a muy altas temperaturas para que la ignición ocurra. A temperatura ambiente no son peligrosos.

Se considera grado de inflamabilidad 1 a los materiales que obligatoriamente tienen que ser calentados para que la ignición ocurra.



NOTA 2: Para la clasificación de los productos, recurrimos al código NTP 307: líquidos inflamables y combustibles.

En este caso CLASE C, son aquellos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 50 °C y 100 °C.

Los productos de CLASE D, son aquellos cuyo punto de inflamación es superior a 100 °C.

### **3. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS**

En este capítulo se realiza una evaluación completa del riesgo de incendio en el Establecimiento estudiado.

La evaluación de riesgo se realiza de manera cuantitativa, respecto a la normativa nacional y corporativa; y cualitativa, como resultado de los datos tomados en las visitas de medición.

Como resultado de esta evaluación, se definen las medidas y actuaciones necesarias para la puesta en conformidad de las condiciones de seguridad activa contra incendios del establecimiento, al nivel requerido.

#### **3.1. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO: NORMATIVA NACIONAL**

A continuación se desarrolla un estudio de valoración del estado de cumplimiento de la normativa vigente nacional de República Dominicana: Reglamento para la seguridad y protección contra incendios. R-032 Decreto No. 85-11.

De acuerdo al Artículo 5, para el caso de edificios existentes la normativa aplicada tiene cierto carácter retroactivo, debiendo ser provistos de las instalaciones correspondientes, en un cierto periodo de tiempo (tras formal comunicación por parte de la Autoridad Competente).

No obstante, si alguna parte del sistema exigido no es factible o posible de suplir o instalar, se presentará una justificación técnica, junto a los planos, que indicarán las razones que impiden su aplicación y una posible solución o alternativa que reduzca el riesgo de incendio.

Esta situación no se considera, por lo que esta normativa se toma como referencia pero no de obligado cumplimiento para el caso estudiado.

El establecimiento queda dividido en zonas que pueden clasificarse en instalaciones o edificaciones. Para que este Reglamento pueda ser aplicado correctamente, se procede a analizar cada una de las edificaciones independientemente.

El establecimiento cuenta con las siguientes edificaciones, consideradas como tal:

- Almacén y taller; Nave de máquinas; Salas de interruptores; Sala de control.
- Nave de bombas de tratamiento de combustible.
- Edificio de oficinas y administración.
- Comedor y vestuarios.
- Naves de almacenamiento, general y de productos químicos.

**NOTA:** De acuerdo a Artículo 81, para esta edificación, de ocupación mixta, el tipo de construcción, la protección y otros mecanismos de seguridad en el edificio, deberán cumplir con la ocupación más restrictiva y con los requisitos de seguridad humana de las ocupaciones involucradas, de acuerdo con lo establecido en este Reglamento y en la Norma NFPA 101.

El nivel de riesgo de cada edificación queda definido en función de dos parámetros:

- 1) Clasificación de las ocupaciones.
- 2) Clasificación del riesgo de los contenidos

## CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES

### CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES - INDUSTRIAL.

Para los edificios de Nave de bombas de tratamiento de combustible, y los bloques de la Nave de motores, sala de control y salas de interruptores de Nave de máquinas la consideración es la siguiente:

**GRUPO I- INDUSTRIAL:** Ocupación donde se manufacturan productos o donde se llevan a cabo operaciones, tales como: procesamiento, ensamblado, mezclado, embalaje, acabado, decorado o reparación.

La ocupación industrial incluye al menos las siguientes:

1. Plantas de lavado en seco.
2. Fábricas de todo tipo.
3. Plantas procesadoras de alimentos.
4. Plantas de gas.
5. Hangares (para servicio/mantenimiento).
6. Lavanderías.
7. Plantas eléctricas.
8. Estaciones de bombeo.
9. Refinerías.
10. Aserraderos.
11. Centrales telefónicas.
12. Laboratorios, diferentes a los de terapia física, de computación y otros no industriales.
13. Un área de mantenimiento de cualquier ocupación.

### CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES - ALMACÉN.

Para los edificios de Naves de almacenamiento de productos químicos, así como los depósitos de combustible, y el bloque de almacén y taller de la Nave de máquinas, la consideración es la siguiente:

**GRUPO A- ALMACEN:** Ocupación donde la función primaria es almacenar o proteger bienes, mercancías o productos, vehículos o animales. Las ocupaciones para almacenamiento se caracterizan por la presencia de un número relativamente pequeño de personas, en relación con su superficie.

Entre esta clasificación se incluye:

1. Graneros.
2. Almacenamiento por alto volumen de petróleo.
3. Frigoríficos.
4. Hangares (únicamente para almacenamiento).
5. Estructuras para estacionamiento.
6. Establos.
7. Terminales de camiones y marítimas.
8. Depósitos.



### **CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES – ADMINISTRATIVO.**

Para los edificios de Oficinas y administración y comedor y vestuarios la consideración es la siguiente:

**GRUPO O - OFICINAS:** Ocupación utilizada para llevar cuentas y registros o para realizar transacciones comerciales distintas a las mercantiles.

Las ocupaciones de oficinas incluyen lo siguiente:

1. Oficinas generales.
2. Torres de Control de Tráfico Aéreo (ATCTs).
3. Edificios para la enseñanza en institutos y universidades, salones de clase para menos de 50 personas, laboratorios para enseñanza.
4. Consultorios médicos y odontológicos, a menos que tengan características para ser clasificados como ocupación sanitaria para pacientes ambulatorios.
5. Clínicas para pacientes ambulatorios.
6. Centro de parto con menos de 4 pacientes, sin cuidados a bebés, que no provean instalaciones para dormitorios ni procedimientos para tratamiento, para cuatro o más ocupantes en cada caso, incapaces de cuidarse a sí mismos.
7. Servicios comunes a los edificios, tales como: kioscos de revistas, cafeterías que sirven a menos de 50 personas, barberías y salones de belleza.
8. Alcaldías, edificios Municipales y Tribunales, siempre que no sean usados para reuniones públicas.

### **CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE CADA EDIFICACIÓN**

Por cada una de las edificaciones se definen su nivel de riesgo.

**RIESGO ALTO:** Contenidos que tienen la posibilidad de arder con extrema rapidez o de los cuales se pueden esperar explosiones, debido a que manipulan, elaboran o almacenan materiales sumamente peligrosos, tales como: fábricas de explosivos, refinerías de petróleo, fábricas de pintura, fábricas donde existan líquidos inflamables, industrias del caucho, etc.

- ✓ NAVE DE MÁQUINAS
- ✓ EDIFICIO ELÉCTRICO
- ✓ NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE
- ✓ DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE (PARQUE DE COMBUSTIBLE)
- ✓ NAVES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

**RIESGO BAJO O LIGERO:** Contenidos que tienen tan baja combustibilidad que dentro de ellos no puede ocurrir una auto propagación del fuego, tales como: apartamentos, iglesias, clubes, viviendas, dormitorios de los hoteles, oficinas, centros educativos, hospitales, centros penitenciarios, asilos.

- ✓ EDIFICIO DE OFICINAS
- ✓ EDIFICIO DE COMEDOR
- ✓ ALMACÉN Y TALLER

## REQUERIMIENTOS DE CADA EDIFICACIÓN

Por cada una de las edificaciones se definen las necesidades de protección en función de su nivel de riesgo y de la ocupación que corresponda.

En las siguientes tablas se muestran los requerimientos pedidos por esta normativa para cada zona:

NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE	
DETECCIÓN Y ALARMA	Sistema de detección y alarma
SUPRESIÓN DE INCENDIOS	Sistema de hidrantes. Sistema de rociadores automáticos. Extintores manuales.

Tabla 6: Requerimientos normativa nacional para nave de bombas de tratamiento.

NAVE DE MÁQUINAS	
SUPRESIÓN DE INCENDIOS	Sistema de mangueras Sistema de hidrantes. Sistema de rociadores automáticos. Extintores manuales.

Tabla 7: Requerimientos normativa nacional para nave de máquinas.

EDIFICIO ELECTRICO	
DETECCIÓN Y ALARMA	Sistema de detección y alarma
SUPRESIÓN DE INCENDIOS	Sistema de mangueras Sistema de rociadores automáticos. Extintores manuales.

Tabla 8: Requerimientos normativa nacional para edificio eléctrico.



NAVES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS	
DETECCIÓN Y ALARMA	Sistema de detección y alarma
SUPRESIÓN DE INCENDIOS	Sistema de rociadores automáticos. Extintores manuales.

Tabla 9: Requerimientos normativa nacional para nave de almacenamiento de productos químicos.

DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE / PARQUE DE COMBUSTIBLE	
DETECCIÓN Y ALARMA	Sistema de detección y alarma
SUPRESIÓN DE INCENDIOS	Sistema de rociadores automáticos. Extintores manuales.

Tabla 10: Requerimientos normativa nacional para parque de combustible.

ALMACÉN Y TALLER	
DETECCIÓN Y ALARMA	Sistema de detección y alarma
SUPRESIÓN DE INCENDIOS	Sistema de rociadores automáticos. Extintores manuales.

Tabla 11: Requerimientos normativa nacional para almacén y taller.



EDIFICIO DE OFICINAS Y ADMINISTRACIÓN	
DETECCIÓN Y ALARMA	Sistema de detección y alarma
SUPRESIÓN DE INCENDIOS	Extintores manuales.
EDIFICIOS DE COMEDOR Y VESTUARIOS	
SUPRESIÓN DE INCENDIOS	Extintores manuales.

Tabla 12: Requerimientos normativa nacional para edificio de oficinas y administración..

## CONCLUSIONES

La normativa de república dominicana es muy generalista, ya que pretende abarcar todos los riesgos posibles con un sistema de clasificación muy relativo para casos como el que ocupa en la planta diseñada, donde hay una gran variedad de riesgos y ocupaciones diferentes.

Respecto a las necesidades de protección activa, éstas son muy generalistas ya que solo hace cargo a sistemas globales, tales como supresión de incendios, detección y alarma, etc. No particularizando en los sistemas que deben implantarse en cada zona.

A modo resumen, se puede decir que exige un sistema de detección y alarma en todos los riesgos, dotación de extintores en todos los riesgos, y luego en función de la naturaleza y al arquitectura de cada zona, supresión de incendios, bien por rociadores, dotación de hidrantes (también en casi todos los riesgos), o gabinetes de manguera.

Estos requerimientos se utilizan en el análisis a modo de referencia para ayudar en la toma de decisiones, pero se considera que se trata de conclusiones basadas en un análisis de riesgo muy poco exhaustivo y adecuado a la realidad de la planta, por lo que no debe ser valorado de manera rigurosa.

### **3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO: NORMATIVA CORPORATIVA**

A continuación se hace una valoración del establecimiento, y las zonas de éste, en función de las normativas propias del grupo propietario de la central, para cada zona reseñable o crítica del mismo, según lo siguiente:

**ACTIVO:**

- I. CENTRAL DE GENERACIÓN:

**OBJETOS DE RIESGO:**

El listado general de objetos de riesgo para una Central de Generación por Combustión, será el siguiente:

- i. Motores/turbinas de accionamiento.
- ii. Alternadores.
- iii. Sistemas hidráulicos de lubricación.
- iv. Áreas de almacenamiento y trasiego de combustible.
- v. Transformadores.
- vi. Salas eléctricas o electrónicas.
- vii. Salas o galerías de cables.
- viii. Generadores diésel de emergencia.
- ix. Cuartos de baterías.
- x. Salas de control.
- xi. Talleres.
- xii. Almacenes.
- xiii. Oficinas.

NOTA 1: Debe entenderse que los requerimientos definidos son requisitos mínimos que deben ser considerados además de los criterios normativos que apliquen.

NOTA 2: Debe entenderse que los requerimientos definidos podrán modificarse frente a lo indicado en los niveles de protección una vez se desarrolle la ingeniería particular de cada caso, justificando siempre la modificación sobre las medidas descritas.

- *ACTIVO: CENTRO DE GENERACIÓN POR COMBUSTIÓN*

A continuación se hace una valoración del establecimiento, y las zonas de éste, en función de las normativas propias del grupo propietario de la central, para cada zona reseñable o crítica del mismo, según lo siguiente:

- CRITERIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN CENTROS DE GENERACIÓN POR COMBUSTIÓN

La central definida, en función de sus características constructivas y funcionales, según el análisis de riesgo realizado conforme al procedimiento definido por la propiedad, implica que el mismo es de **RIESGO 4**.

Este cálculo de riesgo ha sido obtenido a través de unos parámetros facilitados por el propietario de la central tales como: el número de personas que operan la planta, el tiempo estimado que tardarían los bomberos en llegar en caso de incendio, cómo de importante sería la repercusión para el grupo propietario en caso de incendio, qué consecuencias tendría una interrupción del negocio, etc.

CRITERIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN MOTORES DE COMBUSTION									
Nivel importancia del factor	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Factores de riesgo	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	Medio	PRESENCIAL	>50 MW	MAS DE TRES	IMPORTANCIA ALTA	IMPORTANCIA ALTA	DIFICIL ACCESO	<20 min	IMPORTANCIA ALTA
VALOR DEL ACTIVO			35,6	4					
F1 RIESGO INTRINSECO SEGUN RD2267	5								
F2 PROTECCION DEL PERSONAL EN PLANTA	10								
F3 PROTECCION DE BIENES	10								
F4 NUMERO DE GRUPOS	10								
F5 INTERRUPCION DE NEGOCIO	10								
F6 PROTECCION AMBIENTAL Y TERCEROS	10								
F7 SITUACION, ACCESIBILIDAD PARA MEDIOS EXTERNOS DE EMERGENCIA	10								
F8 RESPUESTA MEDIOS EXTERNOS PUBLICIDAD	3								
F9 PUBLICIDAD DE NEGOCIO (REPERCUSION PUBLICA)	10								

Figura 16: Parámetros para identificar el nivel de riesgo de la central.

Por tratarse de una central de nivel 4, se piden las siguientes actuaciones para los siguientes objetos de riesgo:

#### MOTORES Y ALTERNADORES:

Se encuentran los motores y alternadores ubicados en Nave de motores (máquinas).

##### 1) MOTORES (Tipo de configuración: abierta).

###### - EXTINCIÓN DE INCENDIOS:

- ✓ Sistema de extinción por rociadores de agua espuma de baja expansión localizados en el techo de la nave.

##### 2) ALTERNADORES:

###### - DETECCIÓN Y ALARMA:

- ✓ Detectores térmicos sobre los cojinetes.

###### - EXTINCIÓN DE INCENDIOS:

- ✓ Extinción con boquillas cerradas de agua-espuma de baja expansión en la parte superior de los cojinetes, previa consulta al fabricante.



### **ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO DE COMBUSTIBLE**

Se consideran todas las áreas de almacenamiento y trasiego de combustible:

#### **1) PARQUE DE COMBUSTIBLE:**

##### **- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:**

- ✓ Agua pulverizada para la refrigeración de las paredes del tanque.
- ✓ Sistema de inundación por espuma de baja expansión para la extinción del incendio en el interior del tanque.
- ✓ En el exterior de los cubetos se localizarán monitores dotados de lanzas agua/espuma.

#### **2) NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE:**

##### **- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:**

- ✓ Extinción por espuma de baja expansión.

#### **3) NAVE DE CARGA DE CAMIONES:**

##### **- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:**

- ✓ Extinción por espuma de baja expansión, cubriendo tanto el área destinada a los vehículos como las bombas de descarga.

### **TRANSFORMADORES**

Se consideran los transformadores principales y auxiliares.

#### **1) TRANSFORMADORES PRINCIPALES (Tipo de configuración: localizados en exterior).**

##### **- DETECCIÓN Y ALARMA:**

- ✓ Detectores térmicos situados sobre el transformador.

##### **- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:**

- ✓ Sistema fijo de agua-espuma de media expansión.

### **SALAS ELÉCTRICAS Y GALERÍAS DE CABLES**

Se consideran las salas de interruptores 1 y 2.

##### **- DETECCIÓN Y ALARMA:**

- ✓ Detección puntual mediante detectores ópticos.



- ✓ Detección por aspiración en ambiente, en el interior de las cabinas o en ambos. Este sistema solo será utilizado en espacios libres de polvo, gases o vapores que pudieran producir errores.

- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:

- ✓ Sistema de agua nebulizada de alta presión o alternativas (ver norma).

### **SALA DE CONTROL**

Se considera la sala de control.

- DETECCIÓN Y ALARMA:

- ✓ Detección puntual mediante detectores ópticos en ambiente, falso techo y falso suelo.
- ✓ Detección por aspiración en ambiente, en el interior de cabinas o en ambos. Este sistema solo será utilizado en espacios libres de polvo, gases o vapores que pudieran producir errores.

- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:

- ✓ Agua nebulizada de alta presión, aplicada tanto en ambiente como en falso suelo y falso techo o alternativas (ver norma).

### **GENERADOR DIESEL DE EMERGENCIA**

Se considera la sala de emergencia, donde se ubica el grupo electrógeno formado por un motor diésel.

- DETECCIÓN Y ALARMA:

- ✓ Detectores térmicos.

- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:

- ✓ Rociadores mejorados con espuma o alternativas (ver norma).

### **ALMACÉN Y TALLER**

Se consideran las naves de almacenamiento.

- DETECCIÓN Y ALARMA:

- ✓ Detectores ópticos o térmicos dependiendo de la actividad de la zona donde se instalen los detectores.





- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:
  - ✓ Para aquellos en los que se encuentre materia combustible, actividades o equipos críticos para funcionamiento de la central: sistema de rociadores. También se contemplará la instalación de bocas de incendio equipadas atendiendo al análisis particular del riesgo del taller

### **ALMACENES**

Se consideran las naves de almacenamiento de productos químicos.

- DETECCIÓN Y ALARMA:
  - ✓ Detectores ópticos, de llama o una combinación de ambos.
- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:
  - ✓ Teniendo en cuenta el tipo de material utilizado, los sistemas podrán ser:
  - ✓ Sistema de rociadores de agua espuma o un sistema de espuma de alta expansión.
  - ✓ Se contemplará la instalación de bocas de incendio equipadas o bies de agua-espuma atendiendo al análisis particular del riesgo del almacén.

### **OFICINAS**

Se considera el edificio de oficinas y administración y los comedores y vestuarios.

- DETECCIÓN Y ALARMA:
  - ✓ Detectores ópticos o térmicos dependiendo de la actividad de la zona donde se instalen los detectores.
- EXTINCIÓN DE INCENDIOS:
  - ✓ No se demandan sistemas de extinción, sin embargo deben considerarse dos recintos especiales dentro de este inmueble; los CPDs de datos, y el recinto del CESEDOM. En tales casos es recomendable sistemas de extinción.



## CONCLUSIONES

Los criterios corporativos son tomados como base del diseño de las protecciones, sin embargo el análisis en detalle de todos los factores permite que se pueda profundizar en los requerimientos, ampliando o cambiando levemente los sistemas propuestos para cada caso. A continuación se hace una reseña de los mismos.

La solución de rociadores en la nave de motores no es eficaz por las alturas y disposiciones de la nave. Por tanto, se va a diseñar un sistema definido y específico pensando en los principales puntos de riesgo del motor y fugas, la presencia de líquidos combustibles y el enrutado de trasiego de combustible. Además las bombas están en contacto con puntos calientes y combustible, por lo que también debe considerarse en la estrategia de protección de la zona.

Para el parque de combustible, de los tres bloques (cámara de espuma, anillo y protección de dique) en cada tanque de combustible, se hará una diferenciación por carga, tamaño, estrategia... condicionando cuál de los tres sistemas propuestos se adecúa.

Para las naves de cargadero y bombas, se instalará, sistemas de extinción automática de baja expansión con disparo automático por detección como es requerido.

Los transformadores principales también se protegerán según la especificación, pero con variantes de monitores debido a la imposibilidad de crear cubetos y cubículos para la retención formal de espumas de media o alta expansión.

Los transformadores auxiliares son críticos para la continuidad de la actividad en la planta y al ser transformadores de aceite, se considera importante implementar una protección adecuada. Sin embargo, la carga de combustible es de reducido volumen y potencia, por lo que no se considera necesario la extinción automática, pero si por detección.

Las salas de interruptores y la sala de control llevarán sistemas de extinción por agua nebulizada acorde a los riesgos y ambientes donde lo demanda. La detección por aspiración se sustituye por una detección puntual efectiva. Debido a que el sistema de extinción no estará asociada a la detección, una detección temprana no aporta valor a la estrategia de incendios.

Tanto el falso suelo de la sala de control, como las galerías de la sala de máquinas cuentan con detección puntual. En estos ambientes, el falso suelo de la sala de control (en realidad también incluye cuadros de interruptores y acometidas de media tensión) se protegen dentro el ámbito del edificio eléctrico, sin embargo, la galería no. Las galerías forman parte de la sala de máquinas como tal, y la protección de las mismas, considerada un muy importante punto de riesgo y propagación se deben considerara en la estrategia de protección de los motores de la propia sala.

Los falsos techos del edificio eléctrico, que cuentan con detección y avisadores ópticos en ambiente, a pesar de que no hay carga de fuego, y al ser el tipo de panelado del falso techo incombustible, no se protegen con sistemas de extinción automática por considerarse innecesario.

En el generador diésel deberá implantarse detección, pero al ser éste un sistema exento y separado de otros riesgos, no se considera necesaria la extinción automática.



Para el bloque de almacén y taller, así como los otros almacenes de productos varios, abiertos, chatarra o productos químicos (en la mayor parte cuentan con sistemas de detección y alarma), debe considerarse que la necesidad de protección obedece solo al valor de la carga ubicada y almacenada, estando todos estos riesgos sectorizados o separados de los principales bloques de riesgo (eléctrico, combustible y motores). Como el objetivo principal de este análisis no es éste, no se considera necesario adecuar medidas de seguridad contra incendios adicionales a las existentes (medios manuales de lucha contra incendios).

Respecto a oficinas, al igual que en el caso de los almacenamientos, no son requeridas medidas adicionales, y puesto que todo el edificio cuenta con la dotación de detección y alarma, se considera que los recintos importantes de riesgo, como el centro de CPD, estará protegido.

El sistema de detección existente en la planta cubre la mayor parte de las edificaciones, pero no se corresponde con la protección de los riesgos más importantes. Por tanto, la instalación de detección y alarma se completará, en aquellos riesgos o zonas en los que sea necesario completar la protección por el mecanismo de disparo de sistemas de detección. También se debe considerar que hay algunos sistemas en los que el personal de Operación debe tener la última palabra al respecto de la descarga, tales como la descarga en nave de motores o en el parque de combustible, con lo que se procedía a implantar sistemas de actuación manual o bien con retenciones a liberar manualmente desde jefatura de Operación.

Los sistemas de abastecimiento de agua contra incendios existentes son apropiados en parte, pero las bombas no son adecuadas y su capacidad no es suficiente para las nuevas demandas de los sistemas a implantar.

Respecto a la protección pasiva, la planta carece completamente de este elemento salvo por las propias compartimentaciones existentes en la planta por disposición constructiva. Existen nuevos riesgos que deben asegurar su compartimentación, y se deben implantar dichas medidas.

### **3.3. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO**

Dentro de todas las zonas y riesgos estudiados en la Planta de generación eléctrica, se valoran como principales riesgos a tener en cuenta, respecto a la seguridad contra incendios, los siguientes conceptos:

#### **RIESGO ELÉCTRICO:**

Los elementos eléctricos comienzan en los alternadores de los motores, la galería de cables, las salas de control y de tensión, y especialmente la estación de transformadores principales.

Un problema o siniestro en estas unidades interrumpe la producción de energía, no suelen tener alternativas redundantes; y normalmente implica paradas con tiempos altos de espera por reposición y soluciones complejas.

Además en todos estos casos, el riesgo de incendio es alto.

#### **RIESGO DE COMBUSTIBLE:**

El combustible es la materia prima de la que se alimentan los motores, y los servicios auxiliares, para producir energía, por lo tanto, existe un flujograma de distribución lineal en el que existen puntos críticos donde una interrupción puede forzar la parada productiva.

Aunque los líquidos combustibles no son especialmente peligrosos, y las temperaturas de trabajo tampoco son excesivamente altas, existe un riesgo de incendio importante para todo el proceso de tratamiento y trasiego de combustible, desde su fase de carga y almacenamiento hasta que termina en los motores.

#### **RIESGO DE MÁQUINAS:**

El principal elemento de la planta es el motor. Se trata del elemento más importante a todos los efectos, por coste, por tiempo de reposición, por producción de energía, etc.

El motor aúna todos los riesgos derivados del uso de combustible, con temperaturas muy altas de trabajo, equipos y paramentos eléctricos (bombas), producción y transmisión de la electricidad (alternadores, salas eléctricas, etc.), con la criticidad de ser el elemento “productor” de la energía.

Si bien, para el resto de activos de la Planta, también se definen riesgos parciales, de menor o mayor importancia, en este capítulo se expone con detalle el riesgo real de los principales casos particulares a tratar.

Teniendo en cuenta los riesgos mencionados anteriormente, se hace un estudio de los que son los principales riesgos de esta Planta de generación y se mencionan los sistemas de extinción y detección propuestos, que serán detallados en los siguientes capítulos.

## ***TRANSFORMADORES PRINCIPALES***

A pesar de que los transformadores son elementos muy seguros dentro de la red eléctrica, aquellos que tienen aislamiento de aceite mineral de tipo convencional cuya temperatura de inflamación es de 140 °C tienen un riesgo de incendio muy alto, ya que esta cantidad de aceite está permanentemente en contacto con elementos de tensión.

Por tanto, los transformadores de potencia son el riesgo más importante dentro del sector eléctrico de la planta.

La probabilidad de que ocurra un incendio es baja, pero las consecuencias si ocurre son muy graves.

Los accidentes en transformadores suelen ocurrir al principio de su vida útil, debido a un fallo en la instalación, o al final de su vida útil y la principal razón es la degradación del aislamiento efectivo debida a una pérdida de calidad del aceite, fallos de los elementos de contención o fallos eléctricos. Esta degradación del aislamiento produce el fallo eléctrico interno, que termina en una explosión, normalmente en bornas del transformador. Cuando se produce esta explosión, la ignición es inmediata debido a las altísimas temperaturas del arco eléctrico precedente, se vaporiza el aceite, se inflaman los gases en los que éste se ha descompuesto y el aceite impregna todo el equipo siniestrado.

Una vez que el incendio ha ocurrido, el transformador siniestrado rara vez puede salvarse, implicando la inhabilitación del sistema eléctrico durante un periodo de tiempo que oscila entre dos y seis meses.

Teniendo esto en cuenta, los transformadores deben estar protegidos con un sistema de extinción automática que asegure que el incendio es controlado y este no va a mayores consecuencias.

## ***EDIFICIO ELÉCTRICO Y OTROS RIESGOS ELÉCTRICOS***

El edificio eléctrico es la estructura donde se ubican y centralizan todos los cuadros de control y maniobra de la Planta. También se consideran como riesgos eléctricos el generador de emergencia, transformadores auxiliares, alternadores y las zonas de transporte de potencia.

La probabilidad de incendio en estos riesgos es relativa y depende de la vida útil de los equipos y las condiciones del sistema eléctrico. Sin embargo, la criticidad de un incendio en estos riesgos es alta. El elemento clave aquí son las galerías de cables que, transcurren de manera expuesta y pueden originar un “camino” para el incendio

Las causas del incendio puede ser un fallo en los interruptores, que rompen los cubículos de las celdas y crea una reacción en cadena que se extiende celda a celda. Los cables de tensión pueden estallar, rompiendo las galerías donde están confinados y un contacto de combustible con los cables también puede originar un incendio.

Una vez que el accidente ha ocurrido, el equipo dañado no puede salvarse.

Por tanto hay que asegurarse que los fallos no lleguen a las zonas de tensión. Para esto hay que sectorizar todas las salas con tensión respecto a las salas sin tensión. Para las galerías de cables, deberían instalarse elemento de protección pasiva para retardar la propagación de un posible incendio, pero este ambiente es sucio y complejo, por lo que los sistemas de protección activa propuestos en la

sala de máquinas tendrán en cuenta esta situación. Será necesario además un sistema automático de control de incendios en el edificio eléctrico diseñado para evitar que el incendio pueda ir a mayores dentro de las propias filas de la celdas o incluso extenderse a otros riesgos.

Para el resto de los riesgos eléctricos no se considera necesario sistemas de extinción automática, pero si es necesario dotar dichos riesgos de detección para favorecer las actuaciones exteriores en caso de siniestro de manera rápida.

### ***ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE***

El caso estudiado es un almacenamiento de combustible para consumo propio de dimensiones y cantidades almacenadas relativamente pequeñas por lo que las necesidades de protección deben ir acorde a estas características.

Un depósito de hidrocarburos como los que tenemos en este caso, para estar correctamente protegido según la normativa corporativa debe disponer de:

- Sistema de extinción automática por cámaras de espuma en el interior del tanque activado por detección interior.
- Anillo de agua pulverizada de refrigeración en el borde de la cara superior del tanque, también de activación por detección exterior.
- Sistema de extinción en el dique de contención.
- Sistemas complementarios de refrigeración en tanques contiguos que puedan verse afectados.
- Consumo de medios manuales en el parque de combustible.

La probabilidad de incendio en parques de almacenamiento de hidrocarburos de este tipo es muy baja.

Las causas de estos incendios son fundamentalmente una serie de fallos en efecto dominó en el que fallan los procedimientos en las labores de mantenimiento, carga o descarga; o fortuitamente, como puede ser el caso de tormentas eléctricas, terremotos....

Las consecuencias de un incendio en depósitos de combustible suele ser muy grave, perdiéndose tanto el contenido como el continente y los sistemas que dependen del mismo quedarán inoperativos. Normalmente es necesario implantar de nuevo toda la estructura.

Por tanto, es necesario establecer una disminución importante del riesgo y la viabilidad técnica se los sistemas de control y extinción de incendio por lo que se propone la división de las instalaciones en tres diques.

Como actuaciones de seguridad se implementan los anillos de refrigeración en los depósitos dado que con la disposición que tiene el parque, la propagación del incendio de un tanque a otro es muy probable. También es crítico el derrame de combustible por el dique. El tratamiento de la balsa derramada de hidrocarburos es relativamente fácil de controlar mediante la generación de una capa de espuma que cubra todo el cubeto del dique. Esta actuación, también de activación manual se considera para los tres diques, como último recurso contra el incendio del combustible. No se considera, sin embargo, en ningún depósito necesario el uso de vertederas de espuma en el interior de los tanques, puesto que la pérdida de tanques no es crítica como tal y el encarecimiento del sistema si lo es. Si bien los anillos de refrigeración en el caso de los depósitos estratégicos, y los medios manuales lanzados contra el incendio desde hidrantes y cañones monitores aporta agua, que puede destruir parcialmente



la espuma, se supone que la capa tiene capacidad para dimensionarse conforme a evitar y suplir estas pérdidas

### ***TRASIEGO DE COMBUSTIBLE***

En la nave de descarga de combustible y en la sala de bombas de tratamiento existen riesgos relacionados con el trasiego de combustible.

Los incendios en naves de trasiego de combustible son comunes, sobre todo en forma de conatos que si no son rápidamente sofocados pueden desencadenar incendios mayores.

Las principales causas del incendio son las fugas de combustible con la presencia de fuentes de ignición. Estas fugas son provocadas por las averías en sistemas de bombas y equipos.

Estos recintos son unidades fundamentales en el proceso productivo ya que si un incendio deja el sistema inhabilitado, no sería posible la producción. La protección de estas naves es crítica en cuanto al criterio de mantener la continuidad de la producción, y es especialmente importante en el caso de presencia de personas en tareas de riesgo.

Por tanto, es necesaria la implantación de sistemas de extinción automática mediante el uso de sistemas de descarga de espuma apropiados para estos combustibles y sistemas de detección adecuados a los riesgos.

### ***SALA DE MÁQUINAS***

No es muy probable que ocurra un incendio en la sala de máquinas, pero esto no quiere decir que deba considerarse fuera de peligro; los motores son elementos que trabajan a altas temperaturas y grandes presiones y están en permanente contacto con líquidos combustibles, aceites térmicos y de lubricación. Además, la configuración esta sala implica un riesgo especial, ya que los motores están situados en línea, compartiendo numerosas líneas de combustible.

Las principales causas del incendio son las fugas. Los principales puntos de fuga a tener en cuenta son:

- Los módulos de combustible que entra al motor, incluyendo la bomba y la válvula de tres vías que introduce el combustible en el motor.
- La bomba separadora de aceites, en el que puede haber fuga en caso de fallo o avería implicando un importante riesgo de contacto con partes calientes que igniten el aceite.
- Las líneas de suministro de combustible directo al motor, que trabaja a muy altas presiones y cualquier fuga puede provocar un incendio. Además, el sistema está configurado de manera que haya una “sumidero” perimetral destinado a recoger y encauzar las pequeñas fugas de combustible; que si bien en sí mismo no es un riesgo de incendio, dispone una zona permanentemente impregnada de combustible.



- Los dos módulos de recogida de combustible desde los anillos de inyección, con puntos donde se acumula combustible, y se dispone de una bomba que retorna al circuito. En este dispositivo también es posible que se puedan provocar incendios.
- El turbo es quizás el elemento más peligroso en cuanto a la temperatura se refiere, ya que tiene una temperatura elevada a 500°C, con lo que cualquier contacto entre líquidos inflamables que hayan podido fugarse resultará con seguridad en la ignición.

Los motores son el elemento más importante de la Planta, ya que se trata del elemento “Productor de energía”. Los incendios en la sala de máquinas pueden convertirse rápidamente en siniestros no controlados que se propagan con facilidad a equipos anexos desencadenando un efecto dominó que puede acabar con la nave completamente. Por otra parte, se trata también de una instalación con un valor económico importante, que se lleva gran parte de los recursos de supervisión y mantenimiento de la Planta. Su mantenimiento en óptimas condiciones es lo que garantiza el funcionamiento y el rendimiento de la producción.

Teniendo en cuenta lo anterior, los sistemas de protección encaminados a la protección de la sala deben estar concebidos para que actúen rápidamente de manera automática (los sistemas de detección convencionales no sirven en este caso), y siempre bajo la confirmación del Operador en turno (siempre debería protocolizarse la confirmación de la descarga de manera manual), y con eficacia sobre los puntos de posible riesgo (sistemas globales y generalizados que cubran todos los posibles puntos de riesgo o fuga). Además del propio bloque del motor, y de las diferentes zonas de riesgo, tales como bombas de módulos de combustible, bombas separadoras, cojinetes de alternadores, zona de aceite bajo turbo, etc. deben considerarse las galerías de cables. Las galerías de cables deben separarse, para poder acometer los sistemas de protección de manera ordenada y abarcando una superficie y número de riesgos viable técnica y económicamente.



## ***4. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EXISTENTES***

En este Capítulo se hace una descripción de las instalaciones de protección contra incendios existentes en el establecimiento.

Las instalaciones de protección contra incendios existentes en la planta se enumeran a continuación.

### ***4.1. SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA***

Está formado por los siguientes elementos.

- Central de incendios analógica, modelo NFS320 de Notifier, con un mínimo de dos lazos de capacidad en operación (y supuestamente el lazo de serie del sistema), e incluyendo hasta tres fuentes de alimentación externas (además de algunas unidades más por el resto de la planta). Se encuentra físicamente instalada en la sala de control.
- Detección puntual analógica de humo de tipo óptico, en los recintos de sala de control (ambiente, falso suelo y falso techo), salas de interruptores (ambiente y falsos techos), edificios de almacenamiento de productos químicos, edificio de sala de bombas de tratamiento de combustible, edificio de oficinas y otros edificios menores.
- Detección de humos por aspiración, mediante tres equipos en la sala de máquinas de la nave de motores. Detección térmica puntual en las galerías de cables de las sala de máquinas de la nave de motores.
- Detección de humos por barreras de rayo en el recinto de almacén y taller y en la nave de motores.
- Estaciones manuales analógicas o convencionales con módulo asociado de alarma, y sirenas de alarma convencionales con módulo asociado, en la mayor parte de los recintos donde existe sistema de detección y alarma.
- Otros sistemas integrados, como por ejemplo, señales repetidas desde el grupo de bombeo de PCI.

## 4.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS

Está formado por los siguientes elementos:

- Grupo de bombeo PCI, formado por dos bombas principales, diésel y eléctrica, de capacidad nominal indicada 1250 gpm – 4730 l/min a 120 psi- 8.5 bar, bomba auxiliar jockey, y todos los colectores y dispositivos del sistema.
- Depósito de agua contra incendios de 500 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Red exterior en acero en 6", de alimentación a puntos de acometida de medios manuales, doble racor de 1½" o individual de 2½" (gabinets de manguera), tomas de 100 mm. (toma de hidrante), y otros.



**Figura 17: Detalle red exterior con la acometida para medios manuales.**

- Dotación de gabinetes de manguera, formados por equipos de manguera de hasta 20 m. de largo, lanza y valvulería asociada, en varios recintos de la Planta.



**Figura 18: Detalle gabinetes de manguera.**

- Gabinetes de manguera con depósito de espumógeno y proporcionador de succión para lanzas especiales de descarga de espuma.

### **4.3. DOTACIÓN DE EXTINTORES**

Todos los incendios son pequeños al originarse y podrían extinguirse sin dificultad si se aplicase rápidamente el tipo y cantidad apropiada de agente extintor.

Los extintores portátiles se diseñan con este objetivo, pero el éxito de su empleo depende de las siguientes condiciones:

- El extintor debe estar bien situado y en buenas condiciones de funcionamiento.
- Debe ser del tipo apropiado para combatir el fuego desencadenado.
- El fuego debe detectarse lo suficientemente pronto como para que el extintor pueda ser eficaz.
- El fuego debe ser descubierto por una persona preparada para emplear el extintor.

La central cuenta con:

- Dotación de extintores portátiles de incendio, de polvo químico ABC en 10 y 20 kg., y de tipo carro en 50 Kg.
- Dotación de extintores portátiles de incendio, de CO<sub>2</sub> en 15 y 20 kg., y de tipo carro en 50 Kg.

Por lo general, la instalación de extintores es adecuada en cobertura y en cuanto a la tipología de agente extintor adecuada para cada tipo de riesgo, y disposición.

Aunque la dotación de extintores manuales es algo escasa en cuanto a distribución para garantizar los marcos de cobertura normativa en algunos casos, la presencia de medios manuales de lucha contra incendios de otra tipología cubre esta necesidad. En cualquier caso la instalación es suficiente y el personal conocedor de la misma como para que dicha instalación parezca insuficiente.

#### 4.4. OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- Armarios y gabinetes con material de lucha contra incendios (mangueras, lanzas, equipos de protección personal de lucha contra incendios, etc.).



Figura 19: Ejemplo equipación de mangueras.

- Centro de material de lucha contra incendios para la brigada de incendios y bomberos, ubicado en la sala de control, entre los que destacan; Equipos de respiración autónoma y equipos de protección personal, etc.



Figura 20: Material de lucha contra incendios para personal especializado.

## 5. INSTALACIÓN DE DETECCIÓN Y ALARMA

### 5.1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de detección y alarma de incendio tienen como objetivo señalar, lo antes posible y a la vez sin falsas alarmas, el inicio de un incendio, a fin de permitir el aviso y la puesta en marcha de las medidas adecuadas para la lucha contra el fuego.

Las funciones principales de un sistema de detección sobre la base de las cuales se valora su eficacia son:

- Capacidad para avisar con suficiente antelación como para minimizar las consecuencias del fuego.
- Localización del fuego con precisión en el espacio y el tiempo.
- Puesta en marcha el plan de alerta y evacuación previsto.
- Controlar el incendio actuando sobre los sistemas de sectorización, evacuación, extinción, climatización, etc.

Un sistema de detección y alarma es un conjunto de dispositivos a través de los cuales se pueden satisfacer las funciones anteriormente comentadas. Los elementos principales de un sistema de detección y alarma son los **detectores de incendio**, los **pulsadores de alarma**, las **sirenas de alarma** y las **centrales de incendios**.

Los sistemas de detección y alarma son circuitos eléctricos a través de los cuales se envían señales (repeticiones) a través de módulos y procesadores para que sean interpretadas las señales de la manera correcta.

### 5.2. EVALUACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación de detección y alarma existente está diseñada para dar cobertura en algunas zonas importantes de la planta, como el edificio eléctrico, la sala de tratamiento de combustible, etc.

No existen sistemas de extinción automática en la Planta, con lo que la configuración del sistema se limita a la detección puntual en zonas concretas, y los sistemas de aviso (sirenas), y de emergencia manual (pulsadores de alarma.).

La cobertura de los sistemas de aviso y de emergencia es limitada, ya que por lo general, estas dotaciones solo se incluyen en aquellos sectores o recintos donde hay cobertura de esta instalación.

El sistema es convencional, estilo 1 conforme a NFPA-72, y aparentemente es operativo. La instalación de equipos es correcta en cuanto a espaciamiento y distribución, así como en cuanto a la selección de los equipos dentro de los criterios de protección originales de la Planta.

#### COMENTARIOS:

La instalación es adecuada y conforme a normativa. Sin embargo, los criterios de protección y las necesidades de protección que resultan de los análisis realizados, implican que esta instalación debe ser completada, mejorada y ampliada; en los siguientes términos:

- Sistemas de extinción automática asociados al disparo con sistemas de detección automática.
- Sistemas de detección especiales de doble tecnología en el edificio eléctrico.
- Integración entre otros sistemas o equipos; CCTV, CESEDOM, Clima, etc.

Por otra parte indicar que, algunos de los detectores existentes no son adecuados: en la nave de motores los detectores por aspiración no son los más indicados debido a las fuerte corrientes que hay en la nave y la contaminación. Se ha detectado también que la canalización y el conexionado de algunos sistemas son defectuosos en cuanto a la calidad de los empalmes y circuitos, pudiendo ser un problema de cara a falsas alarmas.

Para el desarrollo del sistema de detección y alarma, no se modifica ni elimina el sistema existente; pero se implanta un nuevo sistema de detección y alarma que cumpla con todas las necesidades definidas de detección y alarma.

### **5.3. PROPUESTA DE EJECUCIÓN**

Se diseña un sistema de detección y alarma con cobertura completa en toda la Planta, para cubrir todos los puntos de nueva instalación proyectados.

El sistema de detección y alarma, se diseña y especifica en conformidad con los códigos NFPA 72, NFPA 71 y referencias de la normativa local R032.

El sistema de detección y alarma es analógico. Dispone de una central de incendios ubicada en la sala de control (en el edificio eléctrico), que recoge la señalización de todos los ítems de nueva ejecución en la Planta.

El sistema se diseña para que todos los ítems puedan operar a la carga máxima esperada, sin sufrir disminución del desempeño total del sistema.

El sistema de detección y alarma incluye las siguientes funciones:

- Activación manual de la señal de alarma.
- Activación automática de la señal de alarma.
- Monitoreo de fallas en sistemas de supresión de incendios (sistemas de extinción automática).
- Activación y control de sistemas de supresión de incendios (sistemas de extinción automática).
- Activación de las funciones de seguridad contra incendios.
- Activación de los aparatos de notificación de alarmas.
- Comunicación de emergencia por voz/alarma.
- Sistemas de supervisión del proceso de monitoreo.

La integración de todas las señales de monitoreo o activación de sistemas “externos” al sistema de detección y alarma, tales como “paro de maquinaria de ventilación”, “disparo de transformadores automáticos”, “cierre de compuertas automáticas”, etc. se realiza mediante la integración en el lazo (SLC) con módulos input/output o módulos de relé.

Todos los dispositivos de disparo de sistemas de supresión están monitoreados y cuentan con un interruptor de desconexión. También cuentan (si procede) con un sistema de inhabilitación del disparo, que debe reportar en la central de incendios.

### **5.3.1. DISEÑO DEL SISTEMA**

#### **CONFIGURACIÓN DE LAZOS DISEÑADA:**

Se instalan un total de cuatro lazos (o como mínimo, tarjetas de lazo).

- LAZO 1. Un lazo se instala en modo CLASE A (modo cerrado), recogiendo todas las señales y sensores del edificio eléctrico y todos los elementos relacionados (trafos de potencia, trafos auxiliares, grupo electrógeno, etc.), y entre otros, el contenedor de batería de cilindros del sistema de agua nebulizada.
- LAZO 2. Un lazo se instala en modo CLASE A (modo cerrado), recogiendo todas las señales y sensores de la nave de sala de máquinas, así como la zona de cuadros eléctricos de aero-refrigeradores.
- LAZO 3. Un lazo se instala en modo CLASE A (modo cerrado), recogiendo todas las señales y sensores de la zona de parque de combustible, así como la nueva sala de bombas PCI.
- LAZO 4. Se deja en reserva.
- 

NOTA: De acuerdo a NFPA 72;( Capítulo 3.4.1.), los circuitos están clasificados según CLASE A O CLASE B:

- a) CLASE A: Los circuitos capaces de transmitir una señal de alarma durante una apertura única o una falla a tierra única no simultánea en un conductor del circuito.
- b) CLASE B: Los circuitos incapaces de transmitir una alarma más allá de la ubicación de las condiciones de falla especificadas.

### **DETECCIÓN Y ALARMA, EN EDIFICIO ELÉCTRICO:**

En la sala de control se instala la central de incendios. Junto a la central de incendio se instalan dos fuentes de alimentación, desde la que se reparte la alimentación en 24 Vdc para todos los equipos que lo demandan (módulos de salida, módulo integrador, válvulas solenoides, módulos de relé, etc.). Cada fuente contará con un módulo de salida para supervisión de la misma (avería, fallo, etc.).

Las salas eléctricas (sala de control y las dos salas de interruptores) deben ser protegidas con detección puntual analógica con sensores óptico-térmicos, instalados en ambiente, y en el caso de la sala de control, el espacio de falso suelo.

Todo el edificio se debe proteger con dotación de estaciones de alarma analógicos, y sirenas de incendio óptico – acústicas asociadas a módulo de salida.

Finalmente se integran en este edificio, las siguientes asociaciones:

- Se asocia el paro de la maquinaria de aire de climatización, en las dos salas de interruptores.
- Se asocia el disparo de cada transformador principal protegido, para conseguir su desenergización previa a la descarga del sistema extinción. Mediante un módulo de relé por cada transformador, instalados en la sala de control, para el disparo del relé 86 – desconexión del transformador correspondiente.
- Se asocia la señal de avería general, y de alarma general, desde la central de incendios, para conexión al sistema de CESEDOM (vía Fireworks, o mediante módulos por fibra óptica), para la futura integración del sistema

### **DETECCIÓN Y ALARMA ASOCIADA, EN TRANSFORMADORES PRINCIPALES (2):**

Se trata de un sistema de detección asociada al sistema de extinción automática por espuma de media expansión.

Se compone de dos detectores de calor tipo fenwal asociados mediante módulos de entrada individuales al SLC.

Junto a cada transformador se instala un armario de módulos y conexiones, en el que se incorporan todos los módulos de señal y una sirena de incendio óptico acústica por cada trafa, asociada a un módulo de salida, que se activa únicamente contra una señal de alarma del sistema asociado.

La válvula de diluvio se dispara por medio de una válvula solenoide, en la que se actúa mediante un módulo de salida conectado directamente al SLC. Además la válvula de corte principal estará dotada de dispositivo final de carrera y se asocia mediante un módulo señal cuando no esté abierta 100%.





En la base del monitor se instala un presostato, para confirmación de paso de agua por el sistema, que repite señal en el sistema mediante un módulo de entrada conectado directamente al SLC.

Junto a cada cañón monitor se instala otro armario de módulos y conexiones, en el que se incorporan todos los módulos de señal de actuaciones en el monitor.

En cada monitor, se incorpora un pulsador de disparo, en la caja de conexiones situada junto al monitor, para activación remota directa en las válvulas solenoides. Estos pulsadores están asociados mediante un módulo de entrada al SLC.

### **DETECCIÓN Y ALARMA ASOCIADA, EN PUESTO DE CONTROL DE VERTEDERAS EN DIQUES (3):**

La válvula de diluvio se dispara por medio de una válvula solenoide, en la que se actúa mediante un módulo de salida conectado directamente al SLC. Además la válvula de corte principal estará dotada de dispositivo final de carrera y se asocia mediante un módulo señal cuando no esté abierta 100%

En la acometida de descarga del puesto de control se instala un presostato, para confirmación de paso de agua por el sistema, que repite señal en el sistema mediante un módulo de entrada conectado directamente al SLC.

Junto a cada puesto de control, se incorpora un pulsador de disparo, en la caja de conexiones general (ver nota), para activación remota directa en las válvulas solenoides. Estos pulsadores están asociados mediante un módulo de entrada al SLC.

NOTA: La instalación de todos los módulos de señal de todos los puestos de control en parque de combustible se recogen en un único armario general para todos los equipos, desde donde se cablean todas las señales a puestos de control, de solenoides, presostatos y finales de carrera.

### **DETECCIÓN Y ALARMA ASOCIADA, EN PUESTO DE CONTROL DE ANILLO DE REFRIGERACIÓN EN DEPÓSITOS (4):**

La válvula de diluvio se dispara por medio de una válvula solenoide, en la que se actúa mediante un módulo de salida conectado directamente al SLC. Además la válvula de corte principal estará dotada de dispositivo final de carrera y se asocia mediante un módulo señal cuando no esté abierta 100%

En la acometida de descarga del puesto de control se instala un presostato, para confirmación de paso de agua por el sistema, que repite señal en el sistema mediante un módulo de entrada conectado directamente al SLC.

Junto a cada puesto de control, se incorpora un pulsador de disparo, en la caja de conexiones general (ver nota), para activación remota directa en las válvulas solenoides. Estos pulsadores están asociados mediante un módulo de entrada al SLC.

NOTA: La instalación de todos los módulos de señal de todos los puestos de control en parque de combustible se recogen en un único armario general para todos los equipos, desde donde se cablean todas las señales a puestos de control, de solenoides, presostatos y finales de carrera.

#### **DETECCIÓN Y ALARMA ASOCIADA, EN PUESTO DE CONTROL DE NAVE DE CARGADERO Y NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO (2):**

La detección asociada al sistema de extinción automática por espuma de baja expansión de la nave, se compone de detectores de calor puntuales asociados directamente al SLC.

La válvula de diluvio se dispara por medio de una válvula solenoide, en la que se actúa mediante un módulo de salida conectado directamente al SLC. Además la válvula de corte principal estará dotada de dispositivo final de carrera y se asocia mediante un módulo señal cuando no esté abierta 100%

En la acometida de descarga del puesto de control se instala un presostato, para confirmación de paso de agua por el sistema, que repite señal en el sistema mediante un módulo de entrada conectado directamente al SLC.

Junto a cada puesto de control, se incorpora un pulsador de disparo, en la caja de conexiones general (ver nota), para activación remota directa en las válvulas solenoides. Estos pulsadores están asociados mediante un módulo de entrada al SLC.

NOTA: La instalación de todos los módulos de señal de todos los puestos de control en parque de combustible se recogen en un único armario general para todos los equipos, desde donde se cablean todas las señales a puestos de control, de solenoides, presostatos y finales de carrera.

#### **DETECCIÓN Y ALARMA ASOCIADA, EN NAVE DE MOTORES (5):**

La detección asociada al sistema de extinción automática por espuma de baja y media expansión en los motores, a razón de un bloque de motor por cada puesto de control, se compone de detectores de llama, asociados mediante módulos de entrada individuales al SLC.

NOTA: Ninguno de los bloques de módulos de bombas (combustible, separadoras y aceite) no disponen de detección, ya que se considera que el incendio solo debe ser actuado en primera alerta en el bloque del motor, (pues la descarga en bombas depende de todo el sistema) siendo en la práctica una descarga manual. Un incendio en las bombas debe valorar si se ataca con la descarga completa de todo el motor, o no.

Todos los módulos de los detectores de llama, se recogen una caja de conexión por cada motor (ver nota) y se cablean desde allí a cada motor. Estos módulos están asociados mediante un módulo de entrada al SLC.

La válvula de diluvio se dispara por medio de una válvula solenoide, en la que se actúa mediante un módulo de salida conectado directamente al SLC. Además la válvula de corte principal estará dotada de dispositivo final de carrera y se asocia mediante un módulo señal cuando no esté abierta 100%

En la acometida de descarga del puesto de control se instala un presostato, para confirmación de paso de agua por el sistema, que repite señal en el sistema mediante un módulo de entrada conectado directamente al SLC.

Junto a cada puesto de control, se incorpora un pulsador de disparo, en la caja de conexiones general (ver nota), para activación remota directa en las válvulas solenoides. Estos pulsadores están asociados mediante un módulo de entrada al SLC.

NOTA: La instalación de todos los módulos de señal de todos los puestos de control en nave de motores se recogen en un único armario general para todos los sistemas, desde donde se cablean todas las señales a puestos de control, de solenoides, presostatos y finales de carrera.

NOTA: La instalación de todos los módulos de señal de los detectores de llama, se recogen en un único armario general para cada motor, desde donde se cablean todos los detectores de llama (y módulos del detector de aspiración correspondiente – ver detección en alternador).

#### **DETECCIÓN EN ALTERNADORES EN NAVE DE MOTORES (5):**

Se proyecta la instalación de un detector de humo por aspiración, situado justo en la rejilla superior de cada bloque de alternador, de manera que pueda detectar la entrada/salida de humo desde su interior.

Estos detectores se componen de un sistema de análisis de humo, y una turbina de aspiración que está permanentemente aspirando aire, y muestreando las partículas que componen el mismo. Este tipo de detector es completamente independiente del alzo analógico, y se comunica con el mismo mediante módulos de conexión, de los que como mínimo se integran tres señales para 1. Avería – Alarma general, 2. Primera señal de alerta y 3. Segunda señal de alerta.

Estos módulos se instalan también en el armario general que por cada dos motores se ubica en la sala de máquinas.

#### **DETECCIÓN Y ALARMA ASOCIADA, EN SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA EN EDIFICIO ELÉCTRICO:**

El sistema de descarga de agua nebulizada en edificio eléctrico es automático y completamente mecánico. No obstante se asocian dos señales al sistema:

Por una parte, en la acometida de descarga del colector de impulsión se instala un presostato, para confirmación de paso de agua por el sistema, que repite señal en el sistema mediante un módulo de entrada conectado directamente al SLC.

Por otra parte, y como confirmación de la primera señal, e independiente de los rangos de presión de trabajo, en la acometida de descarga del colector de impulsión se instala un detector de flujo, para confirmación de paso de agua por el sistema, que repite señal en el sistema mediante un módulo de entrada conectado directamente al SLC.

### **CONFIRMACIÓN DE DESCARGA EN SALA DE CONTROL**

Todos los sistemas abajo indicados, dispone de un sistema de disparo manual directo desde sala de control, es decir, cada ítem cuenta con un pulsador tipo seta que provoca la descarga directamente.

Además, en los casos de los sistemas que cuentan con detección (sistemas automáticos, esto es; trafos principales, nave de cargadero, Nave de bombas de tratamiento, y sala de motores), la descarga estará bloqueada y no se producirá hasta que no se actúe sobre estos pulsadores.

De manera que en sala de control, se sitúa un pulsador de descarga, asociado mediante un módulo de entrada directamente conectado al SLC, conforme a lo siguiente:

- DESCARGA VERTEDERAS DIQUE LFO. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA VERTEDERAS DIQUE MEDIO. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA VERTEDERAS DIQUE EXTREMO. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA ANILLO REFRIGERACIÓN DEPÓSITO LFO. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA ANILLO REFRIGERACIÓN DEPÓSITO HFO diario. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA ANILLO REFRIGERACIÓN DEPÓSITO HFO 4000 A. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA ANILLO REFRIGERACIÓN DEPÓSITO HFO 4000 B. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA NAVE DE CARGADERO. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA NAVE DE MOTORES (MOTOR 1). Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA NAVE DE MOTORES (MOTOR 2). Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.



- DESCARGA NAVE DE MOTORES (MOTOR 3). Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA NAVE DE MOTORES (MOTOR 4). Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA NAVE DE MOTORES (MOTOR 5). Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA CAÑON MONITOR TRAF0 PRINCIPAL 1. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.
- DESCARGA CAÑON MONITOR TRAF0 PRINCIPAL 2. Pulsador de disparo asociado mediante un módulo de entrada al SLC.

#### **DETECCIÓN Y ALARMA, EN SALA DE PCI:**

El recinto de la sala (de nueva ejecución) de PCI, se protege como mínimo con detección puntual analógica con sensores térmicos, instalados en ambiente. El recinto de la sala de PCI se debe proteger con dotación de estaciones de alarma analógicos, y sirenas de incendio óptico – acústicas asociadas a módulo de salida.

Se asocia el monitoreo y supervisión de todas las señales de grupo contra incendios, depósito de agua conforme a normativa de referencia. Estas señales incluyen el monitoreo del puesto de control simplificado de la red de sprinklers en sala, toma de bomberos, sistema de espuma (dosificador, depósito de espumógeno, etc.), finales de carrera en valvulería, u otras acometidas adicionales.



## PROGRAMACIÓN GENERAL:

Las pautas de programación se definirán en fase de obra, conforme a las necesidades y requerimientos de las diferentes entidades de gestión de seguridad del edificio. No obstante seguirán las siguientes premisas como base:

- I. La activación de una estación manual de alarma implica: Activación de todas las sirenas del edificio.
- II. La activación de un detector, pasados 30 s. de su alarma, si no ha sido silenciado, implica: Activación de todas las sirenas del edificio.
- III. La activación de más de un detector, implica: Activación de todas las sirenas del edificio.

Por otra parte, respecto a todos los sistemas de extinción de la Planta (con la única excepción del sistema de agua nebulizada que es de activación mecánica); se dan las siguientes premisas:

### SISTEMAS DE VERTEDERAS. Activación manual.

- Mediante pulsador manual local junto al puesto de control.
- Mediante pulsador manual en sala de control.

### SISTEMAS DE ANILLOS DE REFRIGERACIÓN. Activación manual.

- Mediante pulsador manual local junto al puesto de control.
- Mediante pulsador manual en sala de control.

### SISTEMAS DE NAVE DE CARGADERO Y NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO. Activación automática.

- Mediante pulsador manual local junto al puesto de control.
- Mediante pulsador manual en sala de control.
- Mediante disparo automático. ESTE HITO ESTARÁ EN CUALQUIER CASO RETENIDO HASTA QUE SE CONFIRME EL ACCIONAMIENTO DE ALGUNO DE LOS PULSADORES MANUALES.

### SISTEMAS DE NAVE DE MOTORES. Activación automática.

- Mediante pulsador manual local junto al puesto de control.
- Mediante pulsador manual en sala de control.
- Mediante disparo automático. ESTE HITO ESTARÁ EN CUALQUIER CASO RETENIDO HASTA QUE SE CONFIRME EL ACCIONAMIENTO DE ALGUNO DE LOS PULSADORES MANUALES.

### SISTEMAS DE TRANSFORMADORES PRINCIPALES. Activación automática.



- Mediante pulsador manual local junto al puesto de control.
- Mediante pulsador manual en sala de control.
- Mediante disparo automático. ESTE HITO ESTARÁ EN CUALQUIER CASO RETENDO HASTA QUE SE CONFIRME EL ACCIONAMIENTO DE ALGUNO DE LOS PULSADORES MANUALES.

#### **GESTIÓN GRÁFICA SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA:**

El sistema de detección y alarma proyectado puede integrarse con un programa de gestión por software, de manera que pueda visualizarse en una pantalla de ordenador o computadora, y actuarse sobre el mismo de cara al control y supervisión de todas las señales instaladas en la Planta.

Este ordenador puede estar ubicado físicamente en la Sala de Control o en un lugar remoto, mientras tenga acceso por conectividad (a través de por ejemplo fibra óptica) con la central de incendios.

El sistema es además compatible con el software operativo de seguridad integrado en el edificio, así como su integración y exportación a otras plataformas de control.

Está previsto a futuro la integración de este software a nivel de cesedom, desde el cual se podrá integrar la instalación de detección y alarma proyectada.

#### **SISTEMA DE CCTV E INTEGRACIÓN CON DETECCIÓN Y ALARMA**

##### SEÑALES:

El sistema de CCTV, existente, actualmente se concibe fundamentalmente como un elemento de seguridad contra la intrusión y el control de accesos.

Es objeto de este proyecto lograr la integración del sistema, existente, con la plataforma de detección y alarma para poder ser utilizado en el CESEDOM.

A tal fin, desde el sistema de detección y alarma se deben considerar las siguientes señales analógicas, que a través de un módulo de salida de señal se active otra señal en el controlador CCTV de la Planta. Desde este controlador, se programa que active en el CESEDOM un aviso, de manera que se pueda establecer la relación:

Señal D&A – Señal en CESEDOM en pantallas de CCTV

Las señales previstas son las siguientes:

- Avería general en central. Cualquier señal de avería dará señal en CESEDOM a través del sistema de CCTV.
- Alarma general en central. Cualquier señal de alarma general dará señal en CESEDOM a través del sistema de CCTV.

#### CCTV:

El sistema se prevé que se amplíe en dotación en la sala de máquinas con cámaras tipo domo que enfocan cada uno de los motores.

### **5.3.2. DISTRIBUCIÓN Y DISEÑO DE EQUIPOS**

La distribución de los detectores se realiza teniendo en cuenta la forma y la superficie del cielorraso, su altura, los contenidos del área protegida, las características de los productos y carga de fuego presentes, las condiciones de ventilación y temperatura ambiente.

#### **DETECTORES DE HUMO:**

Para la cobertura del detector, se utiliza el siguiente estándar:

- Espaciamiento entre detectores 9.10 m.
- Máxima distancia entre cualquier punto del cielorraso y un igual a 0.70 veces el espaciamiento, 6.40 m.
- Máxima distancia de separación entre una pared o pilar y un detector, igual a 0.50 veces el espaciamiento, 4.50 m.
- Mínima separación entre el detector y una pared o pilar, igual a 0.10 m.
- No se considera la instalación de detectores montados en la pared.

Todos los detectores son direccionales, mediante comunicación en bus analógico (SLC)

#### **DETECTORES DE CALOR:**

El rango de cobertura definido pro detector obedece al rango listado por el fabricante. En este caso, se utiliza el siguiente estándar:

- Rango de temperatura estimado en cielorraso en torno a 35°C. Temperatura nominal del detector en 57°C.
- En el caso de los centros de transformación, el rango de temperatura estimado en cielorraso en torno a 47°C. Temperatura nominal del detector en 79°C.
- Espaciamiento entre detectores 9,10 m.
- Máxima distancia entre cualquier punto del cielorraso y un igual a 0,70 veces el espaciamiento, 6,40 m.



- Máxima distancia de separación entre una pared o pilar y un detector, igual a 0,50 veces el espaciamiento, 4,50 m.
- Mínima separación entre el detector y una pared o pilar, igual a 0,10 m.
- No se considera la instalación de detectores montados en pared.

Los detectores de calor dispondrán de doble sensor, térmico y termovelocimétrico.

Todos los detectores son direccionales, mediante comunicación en bus analógico (SLC).

### **DETECTORES PUNTUALES ÓPTICO TÉRMICOS**

Los detectores definidos y especificados son de doble sensor, óptico de humos y térmico. La distribución se realiza conforme al criterio del sensor de detección óptico, quedando el sensor térmico como un ítem de detección adicional.

El rango de cobertura definido por detector obedece al rango listado por el fabricante. En este caso se utiliza el siguiente estándar, teniendo en cuenta las modificaciones de coberturas por el factor velocidad del aire:

- Minutos por cambio de aire estimado: 4 min. 15 cambios de aire por hora. Espaciamiento por detector: Área 46,45 m<sup>2</sup>, Espaciamiento 6,80 m
- Espaciamiento entre detectores 6,80 m.
- Máxima distancia entre cualquier punto del cielorraso y un igual a 0,70 veces el espaciamiento, 4,75 m.
- Máxima distancia de separación entre una pared o pilar y un detector, igual a 0,50 veces el espaciamiento, 3,40 m.
- Mínima separación entre el detector y una pared o pilar, igual a 1 m.
- En los bajo piso se instalan los detectores conforme a modelo en planos, en vertical.

Todos los detectores son direccionales, mediante comunicación en bus analógico (SLC).

### **DETECTORES DE CALOR – TIPO FENWAL:**

Los detectores tipo fenwal disponen de un sensor de calor mediante termopar de tipo industrial.

La distribución de los detectores se realiza teniendo en cuenta una superficie estándar según consideraciones del fabricante, donde sea perceptible recibir de manera directa la radiación del supuesto incendio, y dispone siempre de un número para de elementos para prevenir falsas alarmas y detecciones redundantes.

El rango de cobertura definido por detector obedece al rango listado por el fabricante. En este caso, se utiliza el siguiente estándar:

- Rango de temperatura estimado en torno a 35°C por encima de la temperatura ambiente, más un margen de seguridad por criticidad de la medida. Temperatura nominal del detector en 68°C.



- Espaciamiento entre detectores 4,00 m.

Todos los sensores tipo fenwal disponen de una placa metálica retenedora de calor. Están soportados de manera independiente del transformador y tanto los equipos, como la alimentación y comunicación eléctrica, como la soportación, tendrán protección a la intemperie.

Todos los detectores son convencionales, comunicados a través de un módulo de entrada, en bus analógico (SLC).

#### **DETECTORES DE LLAMA:**

Los detectores de llama (proyectados), disponen de un sensor doble UL e IR, para detección de llama en aplicaciones tanto exteriores como interiores, con líquidos combustibles.

La distribución de los detectores se realiza teniendo en cuenta los posibles puntos donde es posible que se produzca la llama, garantizando una distribución que asegure una mayor cobertura desde arriba, en dos ángulos diferentes, y dispone siempre de un número par de elementos para prevenir falsas alarmas y ofrecer detecciones redundantes u obstáculos físicos ante el espectro de la llama.

Todos los sensores de llama deben suministrarse con un soporte móvil especializado, anclado adecuadamente a elementos rígidos estructurales resistentes, y con capacidad para poder orientar el detector adecuadamente.

Todos los detectores son convencionales, comunicados a través de un módulo de entrada, en bus analógico (SLC). Además, es necesario alimentarlo con 24 Vdc.

#### **DETECTORES DE HUMO DE ASPIRACIÓN:**

En las salidas de aire de los alternadores de los motores, se instala un detector de humos de tipo muestreo de aire.

El rango de cobertura definido por detector obedece al rango listado por el fabricante. En este caso, se utiliza el mismo estándar que en un detector puntual, para cada punto de muestreo.

- Espaciamiento entre detectores 9,10 m.
- Máxima distancia entre cualquier punto del cieloraso y un igual a 0,70 veces el espaciamento, 6,40 m.
- Máxima distancia de separación entre una pared o pilar y un detector, igual a 0,50 veces el espaciamento, 4,50 m.
- Mínima separación entre el detector y una pared o pilar, igual a 0,10 m.
- No se considera la instalación de detectores montados en pared.



El rango de sensibilidad del detector se puede configurar para Clase A, Clase B, y Clase C, donde los tiempos máximos de transporte desde el punto de muestreo más alejado del detector hasta el detector serán de 60 segundos, 90 segundos y 120 segundos, respectivamente.

La integración del detector de muestreo en el bus analógico se realiza mediante la repetición de tres señales (como mínimo) correspondientes: 1. Alarma previa ó pre-alarma, 2. Alarma ó Alerta, y 3. Fallo /Avería.

#### **ESTACIONES MANUALES DE ALARMA:**

La distribución de las estaciones manuales de alarma se realiza conforme al siguiente estándar:

- Ubicación de una estación manual de alarma en todas las puertas de salida desde cada piso, en un entorno no superior a 1,50 m.
- Ubicación de estaciones manuales de alarma adicionales, para que la distancia a recorrer desde cada punto del piso no supere los 61 m.

La instalación del dispositivo deberá realizarse a no menos de 1,10 m. y no más de 1,37 m. del suelo.

Todas las estaciones manuales de alarma son direccionales, mediante comunicación en bus analógico (SLC).

#### **SIRENAS Y ESTROBOS DE NOTIFICACIÓN DE ALARMA:**

Los dispositivos de notificación de alarma están compuestos por sirenas, por estrobos, o por sirenas con estrobo.

Los niveles sonoros de los dispositivos superan en al menos 15 dB. En estándar de sonido ambiental, 40 dB. en el caso del uso de oficinas y afines, y de 50 dB. en el caso de parqueaderos y afines, por lo que los niveles sonoros mínimos de emisión serán de 55 y 65 dB. respectivamente.

No es obligatorio por las limitaciones de sonido ambiental que la notificación de alarma se complemente con estrobos o avisadores luminosos, sin embargo, todos las sirenas especificadas se diseñan con estrobo incorporado.

Como estándar de especificación, todas las sirenas incorporan estrobos, independientemente de donde se instalen las mismas.

La distribución de las estaciones manuales de alarma se realiza conforme a los niveles sonoros del rango listado por el fabricante.

La instalación del dispositivo se realiza en pared o empotrado en cielorraso, según la situación constructiva de cada caso.



Todas las sirenas con estrobo, están integradas en el bus analógico (SLC) mediante un módulo de output, que además alimenta de 24 Vdc el dispositivo.

### **MÓDULOS DE SEÑAL:**

Todas las actuaciones de programación desde la central de alarma a los diferentes sistemas y equipos se realiza mediante módulos de señal, de una entrada (monitor), de una salida a 24 Vdc (control de sirenas, estrobos, o similares), y de una salida de relé (paro clima, cierre compuertas, etc.).

Los módulos de cada sistema o actuación se definen en puntos anteriores de la presente memoria y en los planos adjuntos.

### **CABLEADO Y CANALIZACIÓN**

Todo el cableado, cables y equipamiento de los sistemas de alarma contra incendios se diseña y especifica en conformidad con lo establecido en los códigos NFPA 72, NFPA 70 y NTC 2050.

- Sistemas de alarma contra incendios son:
  - Detección y notificación de alarma.
  - Detección de flujo y supervisión de sistemas de rociadores automáticos.
- Circuitos controlados y alimentados por el propio sistema de alarma contra incendios son:
  - Control de funciones de sistemas de seguridad del edificio.
  - Sensores y salida de ascensores.
  - Apertura de puertas.
  - Control de humos.
  - Control de compartimentación automática.
  - Control de ventilación.
- Tanto los cableados, controles y canalizaciones del sistema de alarma contra incendios, como los circuitos controlados y alimentados por el propio sistema de alarma contra incendios se diseñan como circuito de potencia limitada PLFA (power limited fire alarm).
- Los circuitos se instalan de manera limpia y profesional, buscando especialmente que éstos no puedan ser dañados durante el uso normal de la instalación.
- Todos los equipos y canalizaciones principales deben estar rotulados en lugar visible para identificación del sistema.
- Los conductores y cables se instalan y canalizan, como mínimo, como se indica:



- En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de los cielos rasos y paredes, y en espacios ocultos. Todas las derivaciones, empalmes y conexiones se realizan en cajas. La sujeción a menos de 2,10 m. de altura se realiza en intervalos de 0,50 m.
  - En canalización metálica o conduit rígido no metálico en pasos de piso o pared.
  - En conduit rígido metálico, o tubería eléctrica metálica en fosos de ascensor.
- Todas las canalizaciones del sistema de alarma contra incendios se instala en elementos independientes, no permitiéndose acoples en mangueras, conductos o bandejas.

#### **FUENTES DE ALIMENTACIÓN:**

- El sistema de detección y alarma está alimentado eléctricamente desde la fuente de suministro primario (110Vac) del edificio, en todos los equipos que lo requieren; Central de incendios, Panel de extinción, Fuentes de alimentación, Otros. En paralelo, el sistema de detección y alarma cuenta con una fuente de suministro secundaria.
  - Con excepción de la Central de Incendios y otros dispositivos (paneles de extinción, repetidores, etc.), que dispone de sus propias unidades de baterías para suministro secundario; el sistema de detección y alarma cuenta con una red de fuentes de alimentación, que suministra energía para el consumo del sistema en caso de que el sistema primario falle.
- Las fuentes de alimentación se suministran e instalan en conformidad con lo establecido en los códigos NFPA 72, NFPA 70 y NTC 2050.
  - Adicionalmente, las fuentes suministradas están certificadas para PLFA (power limited fire alarm) o Clase 3.
  - Las fuentes de alimentación están listadas FM/UL, preferiblemente. Otras homologaciones podrán valorarse en fase de implantación.
  - Las fuentes de alimentación disponen de baterías, cargadores, monitores y paramenta con capacidad suficiente para operar el sistema de detección y alarma contra incendios bajo una carga latente (no – alarma) durante al menos 24 h. El número y distribución de la red de fuentes de alimentación en el sistema del edificio se diseña teniendo en cuenta este requerimiento.
  - La fuente de alimentación suministra automáticamente de energía el sistema como máximo a los 10 segundos del fallo de la alimentación primaria.
  - Todos los circuitos y ramales, del sistema y red de alimentación secundaria, así como conexiones, están protegidos mecánicamente.
  - Todas las fuentes de alimentación disponen de una señal de monitoreo de supervisión de la fuente y su estado, que repite en la central de alarma.

## 6. SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR ESPUMA

### 6.1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de extinción por espuma están concebidos para controlar y extinguir incendios de líquidos combustibles, normalmente en forma de balsas o derrames. Para el caso de la planta estudiada, donde el principal riesgo de incendio pasa por un incendio es hidrocarburos, son especialmente útiles.

El agua no sirve como elemento de extinción en este tipo de incendios, ya que sus propiedades impiden que agua y combustible se mezclen por lo que, para controlar un incendio de estas características serían necesarias enormes cantidades de agua. Además, el agua puede ayudar a dispersar la balsa formada por el combustible, dispersando también el incendio.

La espuma es una solución jabonosa que se produce a través de una mezcla de agua y espumógeno o espumante, que se descarga a través de un elemento aspirador de aire que transforma esta solución en espuma.

El principio de funcionamiento de la espuma se basa en aislar el combustible del oxígeno del aire, que es el elemento comburente, impidiendo así la combustión y logrando que el incendio se extinga. En una balsa de hidrocarburos incendiada, lo que realmente arde son los vapores en los que el hidrocarburo queda descompuesto, con lo que la película de espuma crea una separación entre estos vapores y el aire. La llama por otra parte termina por sofocarse al no tener un medio por el que continuar la reacción.

Las espumas se clasifican entre:

- Baja expansión: Generalmente relación 1:1-20, donde 1 litro de espuma genera 10 litros de espuma.
- Media expansión: Generalmente relación 1:20-250, donde 1 litro de agua genera 20 litros de espuma.
- Alta expansión: Relación de 1:250-1000, donde 1 litro de agua genera 200 litros de espuma.

La espuma de baja expansión es una fina capa acuosa, mientras que la de alta expansión son capas densas de espuma, siendo estas últimas más sensibles a la acción del viento y elementos externos, no siendo muy eficaces en exteriores.

Por otra parte, el elemento espumógeno, tiene dos factores fundamentales de cara a su idoneidad del incendio:

- Proporción: Es el rango porcentual de espumógeno que necesita la mezcla para generar espuma; La más habitual es un 3%: 100 litros de agua necesitan 3 litros de espumógeno para producir espuma.
- Composición química: Hay tres tipos: químicos, proteínicos o sintéticos. El más utilizado para este tipo de incendios es el denominado AFFF (AQUEOUS FILM FORMER FOAM), de base sintética, que como su propio nombre indica forma una película de cohesión jabonosa sobre las superficies rociadas. Además puede ser utilizado en proporciones de 1%, 3% y 6%.

Como cualquier sistema de descarga de agua, se necesita un abastecimiento de agua, en caudal y presión según las necesidades de demanda, caudal y presión.

## **6.2. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: TRANSFORMADORES PRINCIPALES**

### **6.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Los transformadores de potencia se protegen con un sistema de espuma de media expansión.

El sistema de descarga de espuma se realiza por medio de monitores. Estos monitores están suministrados directamente desde la red de distribución y puede girar 360º en horizontal y 180º en vertical. De esta manera se consigue que el chorro descargado pueda abarcar una zona amplia de manera periódica. El monitor de completa con una lanza de espuma de media expansión, de tipo auto-aspirante que provoca que la mezcla que circular por el monitor se transforme en espuma al contacto con el aire.

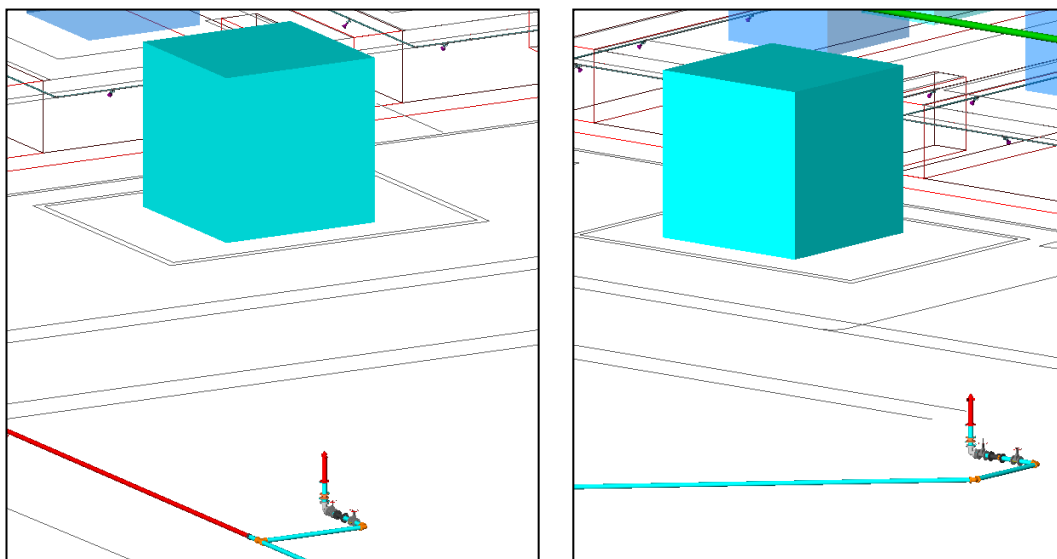
La red de distribución de agua está permanentemente presurizada hasta este punto, con agua. Ante el disparo del sistema de detección asociado, se abre la válvula, y el agua se descarga.

En la sala de bombas, se encuentra el dosificador tipo FireDos, que introduce espumógeno en la mezcla según la demanda de agua. Esta actuación es automática e independiente de si se activa uno o más monitores simultáneamente, manteniendo el porcentaje de dosificación en todo momento. Debe notarse que, la dosificación de espuma se hace en la sala de PCI, por lo que el primer tramo de agua descargado de la red es “sin espuma” (3-5 sg.).

El sistema está diseñado y dimensionado conforme al funcionamiento simultáneo de los dos hidrantes monitores, más el consumo correspondiente por medios manuales.

NOTA: Se proyecta la instalación de un tramo de nueva ejecución de abastecimiento exclusivo de espumante, alternativo a la red de agua existente, del que se alimentan los puestos de control y sistema definidos en este punto (ver capítulo de abastecimiento de agua).

A continuación se muestra un gráfico de la instalación:



**Figura 21: Esquema transformadores principales y monitor asociado a cada uno.**

### 6.2.2. DETALLES DE DISEÑO

Los sistemas de extinción por espuma de media expansión se deben diseñar conforme a la norma NFPA-11. En el caso que ocupa, existe una referencia corporativa interna, que ha sido probada y ensayada y de la que se dispone acreditación emitida por laboratorio de reconocido prestigio al respecto, de ensayos de extinción en transformadores de aceite exteriores incendiados, con los siguientes parámetros de diseño principales:

- Agente extintor: Espuma de media expansión.
- Descargadores: Vertederas de media expansión, colocadas en número par y en aspa en el interior del cubículo del transformador, diseñadas para soportar altas temperaturas y anclajes contra la explosión. Cuatro vertederas por transformador y en condiciones de simultaneidad de dos cubículos a la vez.
- Caudales de descarga: 200 l/min por vertedera (800 l/min por trafa).
- Presiones: Según tipo de vertedera, entre 3 y 6 bar por vertedera.
- Tiempo de exposición: 5 minutos.
- Otros: El trafa debe estar ubicado en un cubículo con al menos tres de las cuatro paredes (muros cortafuegos). El cubículo debe estar dotado de un chapón que haga las veces de cubeto para la retención de la espuma, en altura según propósito del sistema.

El sistema propuesto por la normativa corporativa no es factible en este caso, debido a que es necesaria la existencia de al menos 3 pantallas de muro, y en estos transformadores no hay muros y la



construcción de estos sería más tediosa que el propio sistema de protección. La solución de descarga de otros agentes extintores está descartada, ya que no está permitido su empleo para la extinción de transformadores, corporativamente hablando.

Por tanto se proyecta la solución de descarga de espuma de media expansión en el transformador, no a través de vertederas, sino a través de un monitor. Cada transformador estará protegido por medio de un monitor que descargará un caudal equivalente o superior al indicado en las vertederas.

Dicho monitor estará colocado a 25 metros aproximadamente, ya que la lanza elegida (ver especificaciones técnicas) tiene un alcance de 31m; Contando con el error de la lanza y con la parábola realizada por la mezcla al ser disparada, se estima que 25 metros es la distancia segura para colocar el cañón monitor de cada transformador.

Los datos de diseño en este caso son:

- Agente extintor: Espuma de media expansión
- Descargador: Lanza auto-aspirante en cañón monitor. Cañón monitor de 4" dotado de turbina hidráulica de auto-oscilación. Un cañón por cada transformador, y en condiciones de simultaneidad de al menos dos cañones a la vez.
- Caudales de descarga: Parámetros nominales de lanza en 1.200 l/min a 7 bar (1.000 l/min a 5 bar. en el alcance previsto, aprox. 25 m.)
- Presiones: Según tipo de lanza, estimado en 5 bar en boca de lanza para conseguir los alcances previstos (más presión, implica más caudal y más alcance, lo que se corrige inclinando más el monitor para que el chorro sea más parabólico).
- Tiempo de exposición: 10 minutos (dado que la espuma se descarga sobre el trafo de una manera menos efectiva que en el caso de las vertederas, se duplica el tiempo de descarga de espuma en el trafo para conseguir una compensación de esta imprecisión.

### **6.2.3. RESUMEN**

Se proyecta un sistema de extinción automática por espuma de media expansión en transformadores principales, conforme a lo siguiente:

- Red de alimentación de monitores, en acero negro estirado en 6" y en 4", pintado y soportado conforme a NFPA 13 y NFPA 24. En los tramos enterrados (si procede), toda la tubería será encintada.
- Monitores de 4", con mandos de tipo volante, y dotado de una turbina hidráulica de auto-oscilación.
- Lanza de espuma de tipo autoaspirante con capacidad de no menos de 1.000 l/min.



- Puesto de control simplificado de monitor, formado por una válvula de diluvio de disparo por solenoide (específica para hidrantes monitores), válvula de seccionamiento de tipo husillo.
- Puntos de prueba, drenaje y desagüe.

## 6.3. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: DIQUES PARQUE DE COMBUSTIBLE

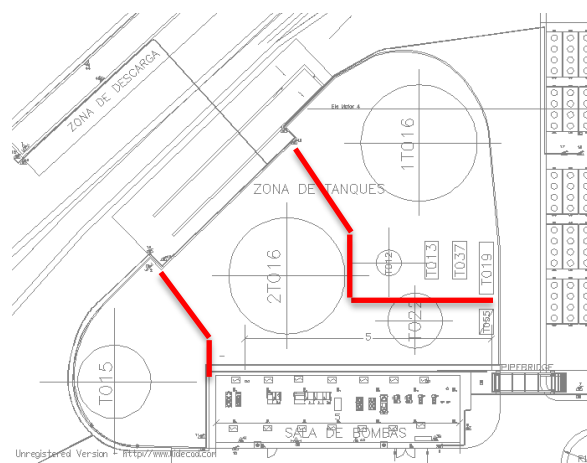
### 6.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los diques del parque de combustible se protegen por un sistema de descarga de espuma de baja expansión, a través de vertederas de descarga.

Se ha propuesto la división del único dique existente entre diques menores, por razones de diseño.

- Dique 1: Contiene el depósito de LFO. (A la izquierda)
- Dique 2: Contiene depósitos HFO 4000 Y HFO USO DIARIO. (Dique central)
- Dique 3: Contiene depósito HFO 4000. (A la derecha)

A continuación se muestra la disposición de los diques:



**Figura 22: Nueva disposición del parque de combustible.**

El sistema de vertederas está formado por un generador de espuma y una vertedera. El generador de espuma aspira aire en relación con el caudal y la presión y aire la mezcla de espuma. La vertedera es la pieza de descarga, está dotada de una malla para la correcta dosificación de la espuma.

Las vertederas se sitúan perimetralmente a lo largo de todo el dique, en una distribución constante mediante un anillo, que a su vez es abastecido desde un puesto de control (diluvio).

Durante este tiempo previsto de descarga de espuma, el sistema descarga sobre todo el dique una cantidad de espuma, de manera que se crea una capa de espuma de baja expansión en todo el dique suficiente para contener y sofocar un posible incendio en caso de derrame en el dique.

La descarga de espuma se automatiza mediante una válvula de control, de tipo diluvio de activación por solenoide, específica para diluvio (el disparo se realiza manualmente mediante el pulsador de disparo local o el pulsador de disparo en sala de control).

La red de distribución de agua está permanentemente presurizada hasta el puesto de control, con agua. Ante el disparo del sistema, se abre la válvula, y el agua se descarga.

En la sala de bombas, se encuentra el dosificador tipo FireDos, que introduce espumógeno en la mezcla según la demanda de agua. Esta actuación es automática, manteniendo el porcentaje de dosificación en todo momento. Debe notarse que, la dosificación de espuma se hace en la sala de PCI, por lo que el primer tramo de agua descargado de la red es sin espuma (3-5 sg.).

El sistema está diseñado y dimensionado conforme al funcionamiento del anillo completo, más el consumo correspondiente por medios manuales.

NOTA: Se proyecta la instalación de un tramo de nueva ejecución de abastecimiento exclusivo de espumante, alternativo a la red de agua existente, del que se alimentan los puestos de control y sistema definidos en este punto (ver capítulo de abastecimiento de agua).

A continuación, se muestra la simulación de la instalación y un sistema real en funcionamiento.

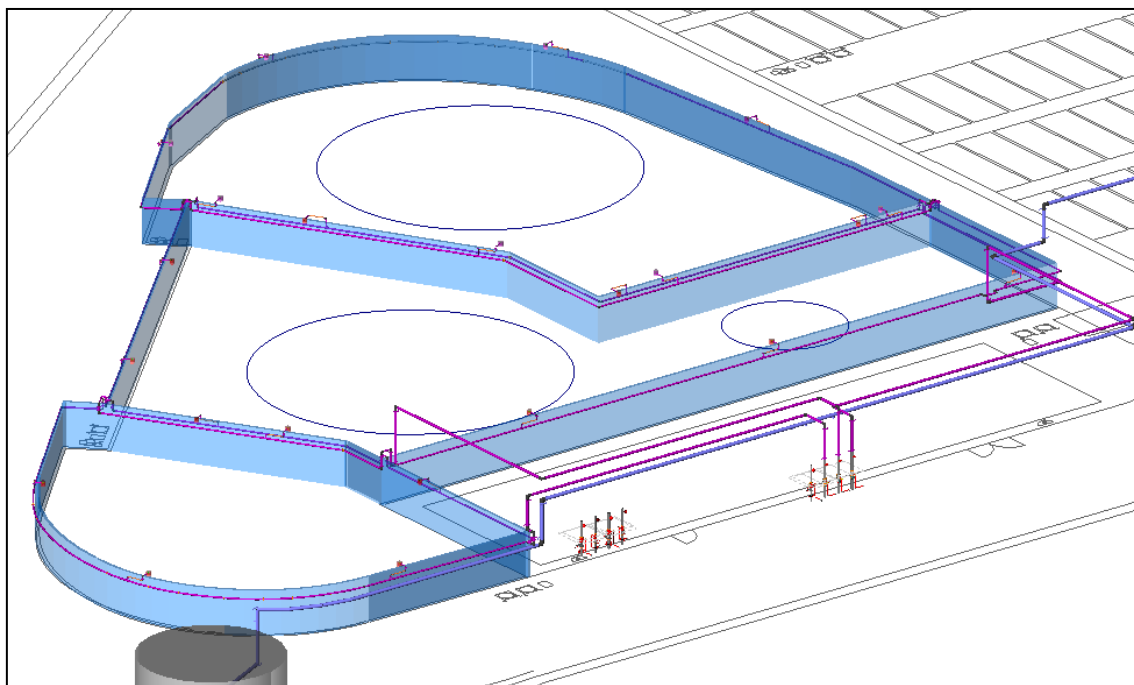


Figura 23: Esquema vertederas en parque de combustible.

### 6.3.2. DETALLES DE DISEÑO

Los sistemas de extinción por espuma de baja expansión se deben diseñar conforme a la norma NFPA-11.

De acuerdo a NFPA 11, (Capítulo 5.7.3.5.3), la separación entre vertederas es la siguiente:

- Para sistemas con un  $Q \leq 225$  lpm por vertedera, deben estar colocadas cada 9 m.
- Para sistemas con  $Q > 225$  lpm por vertedera, la distancia máxima entre ellas será de 18 m.

De acuerdo también a NFPA 11, (Capítulo 5.7.3.2), los parámetros de diseño deben ser:

- Densidad =  $4.1 \frac{\text{litros}}{\text{min} \cdot \text{m}^2}$
- Tiempo de descarga de 20 minutos.

Teniendo en cuenta estas condiciones de diseño, pasamos a detallar los cálculos realizados.

#### DIQUE 1: (DIQUE LFO)

$$\text{Área} = 520 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área a descontar (base de tanque LFO)} = \pi \cdot 6^2 = 113 \text{ m}^2.$$

$$\text{Superficie útil} = 520 - 113 = 407 \text{ m}^2.$$

$$Q_{\text{teórico}} = 4.1 \frac{\text{l}}{\text{min} \cdot \text{m}^2} \cdot 407 \text{ m}^2 = 1670 \text{ lpm}.$$

$$\text{Perímetro} = 90 \text{ m}.$$

$$N^{\circ}_{\text{vertederas}} = 90/18 = 5 \text{ vertederas}.$$

$$Q_{1\text{vertedera}} = 334 \text{ lpm}.$$

MODELO SELECCIONADO: Caudal nominal 400 l/min (a 5 bar).

$$Q_{\text{real}} = 400 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 5 \text{ vertederas} = 2000 \text{ lpm}$$

$$Q_{\text{espumógeno}} = 2000 \cdot 0.03 = 60 \text{ lpm}.$$

$$\text{Reserva}_{\text{espumógeno}} = 60 \text{ lpm} \cdot 20 \text{ min} = 1200 \text{ l}.$$



### DIQUE 2: (DIQUE MEDIO)

$$\text{Área} = 1140 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área a descontar (base de tanques HFO 4000 Y HFO DIARIO)} = \pi \cdot 9^2 + \pi \cdot 3.7^2 = 300 \text{ m}^2.$$

$$\text{Superficie útil} = 1140 - 300 = 840 \text{ m}^2.$$

$$Q_{\text{teórico}} = 4.1 \frac{\text{l}}{\text{min} \cdot \text{m}^2} \cdot 840 \text{ m}^2 = 3400 \text{ lpm}.$$

$$\text{Perímetro} = 160 \text{ m}.$$

$$N^{\circ}_{\text{vertederas}} = 160/18 = 9 \text{ vertederas}.$$

$$Q_{1\text{vertedera}} = 378 \text{ lpm}.$$

MODELO SELECCIONADO: Caudal nominal 400 l/min (a 5 bar).

$$Q_{\text{real}} = 400 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 9 \text{ vertederas} = 3600 \text{ lpm}$$

$$Q_{\text{espumógeno}} = 3600 \cdot 0.03 = 108 \text{ lpm}.$$

$$\text{Reserva}_{\text{espumógeno}} = 108 \text{ lpm} \cdot 20 \text{ min} = 1970 \text{ l}.$$

### DIQUE 3: (DIQUE EXTREMO)

$$\text{Área} = 1050 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área a descontar (base de tanque HFO 4000)} = \pi \cdot 9.45^2 = 282 \text{ m}^2.$$

$$\text{Superficie útil} = 1050 - 282 = 768 \text{ m}^2.$$

$$Q_{\text{teórico}} = 4.1 \frac{\text{l}}{\text{min} \cdot \text{m}^2} \cdot 768 \text{ m}^2 = 3150 \text{ lpm}.$$

$$\text{Perímetro} = 130 \text{ m}.$$

$$N^{\circ}_{\text{vertederas}} = 130/18 = 8 \text{ vertederas}.$$

$$Q_{1\text{vertedera}} = 390 \text{ lpm}.$$

MODELO SELECCIONADO: Caudal nominal 400 l/min (a 5 bar).

$$Q_{\text{real}} = 400 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 8 \text{ vertederas} = 3200 \text{ lpm}$$

$$Q_{\text{espumógeno}} = 3200 \cdot 0.03 = 96 \text{ lpm}.$$

$$\text{Reserva}_{\text{espumógeno}} = 96 \text{ lpm} \cdot 20 \text{ min} = 1920 \text{ l}.$$



### **6.3.3. RESUMEN**

Se proyecta un sistema de extinción automática por espuma de baja expansión por vertederas en diques, conforme a lo siguiente:

- Red de alimentación de acometida, anillo, y vertederas, de tubería seca, en acero negro estirado galvanizado, en 6" y en 4", soportado conforme a NFPA 13 y NFPA 24. En los tramos enterrados (si procede), toda la tubería será encintada.
- Generadores de espuma, de 400 l/min a 5 bar de capacidad nominal para un ratio de 1:5, con placa de orificio compensadora para ajuste individual de valores hidráulicos, y vertedera de descarga.
- Puesto de control de diluvio y valvulería conforme a especificaciones técnicas.
- Puntos de drenaje y desagüe.

## **6.4. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: NAVES DE CARGADERO Y TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE**

### **6.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

La nave de cargadero y la nave de bombas de tratamiento se protegen mediante un sistema de espuma de baja expansión a través de boquillas abiertas auto-aspirantes de espuma de baja expansión colocadas en la parte superior de la nave colgadas de los pórticos de la estructura.

Las boquillas son unos dosificadores de espuma abiertos que descargan el agua contra un deflector a la vez que aspiran aire y forman un cono de descarga de patrón conocido.

Particularmente, en la nave de cargadero, además, se sitúan unos ramales para que se descargue agua espuma a modo barrido en la parte baja de la nave, en el supuesto de los “bajos” de camiones, ya que éstos pueden suponer una muy importante obstrucción para la descarga desde las boquillas en la parte superior de la nave. Este “barrido” se realiza horizontalmente, únicamente en uno de los lados de la nave, y ayuda a concentrar la cantidad de combustible derramado en puntos donde la espuma pueda enfrentar mejor el control del incendio del derrame. Para los ramales de barrido, se utilizan boquillas de tipo rociador de agua espuma, un tipo de rociador direccional abierto, con un patrón de descarga de pulverización (en ángulo y distancia), que si bien no garantiza una completa aireación del espumante y formación de baja expansión, asegura un ángulo de descarga y pulverización (permitido por NFPA 16 conforme a sprinkler para agua espuma).

Se crea una capa de espuma de baja expansión en toda la nave, suficiente para contener y sofocar un posible incendio en caso de derrame; sin embargo también se forma una película de espuma sobre todos los elementos en la nave, sean las cisternas de los camiones, o los cuerpos de las bombas y sus acometidas.

La descarga de espuma se automatiza mediante una válvula de control, de tipo diluvio de activación por solenoide, específica para diluvio (el disparo es automático por doble línea de detección en sala, y retenido, hasta realización de disparo manual mediante el pulsador de disparo local o el pulsador de disparo en sala de control).

La red de distribución de agua está permanentemente presurizada hasta el puesto de control, con agua. Ante el disparo del sistema, se abre la válvula, y el agua se descarga.

En la sala de bombas, se encuentra el dosificador tipo FireDos, que introduce espumógeno en la mezcla según la demanda de agua. Esta actuación es automática, manteniendo el porcentaje de dosificación en todo momento. Debe notarse que, la dosificación de espuma se hace en la sala de PCI, por lo que el primer tramo de agua descargado de la red es sin espuma (3-5 sg.).

El sistema está diseñado y dimensionado conforme al funcionamiento de la malla completa, más el consumo correspondiente por medios manuales.



NOTA: Los requerimientos y condiciones de diseño al respecto de la instalación de detección y alarma asociada, se definen en su correspondiente apartado.

NOTA: Se proyecta la instalación de un tramo de nueva ejecución de abastecimiento exclusivo de espumante, alternativo a la red de agua existente, del que se alimentan los puestos de control y sistema definidos en este punto (ver capítulo de abastecimiento de agua

A continuación, se muestra un esquema de la instalación

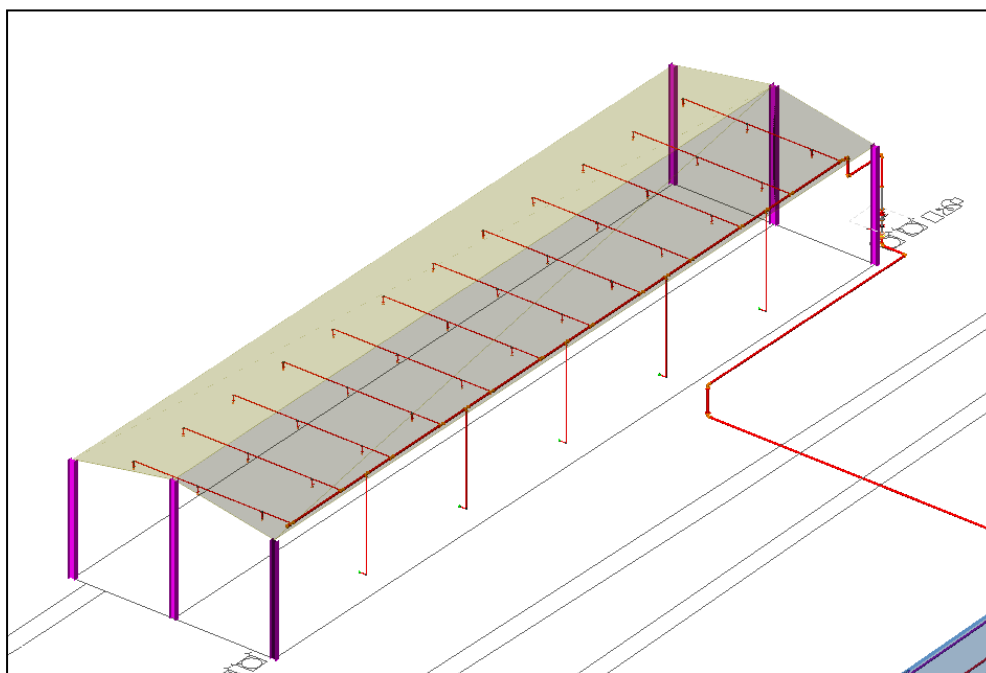


Figura 24: Esquema nave de cargadero de camiones.

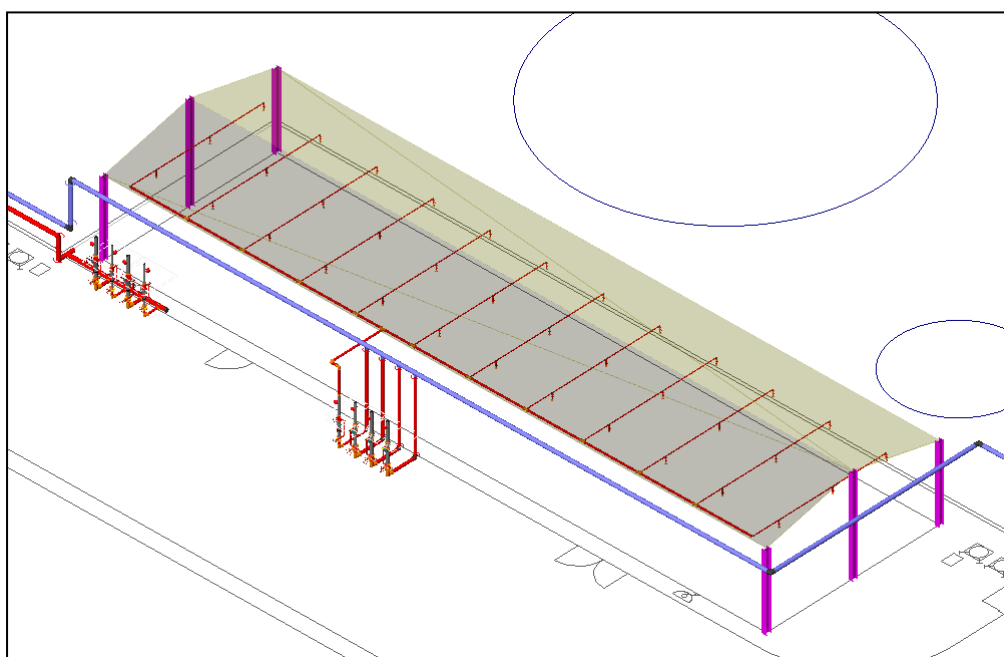


Figura 25: Esquema nave de bombas de tratamiento.

### 6.4.2. DETALLES DE DISEÑO

Los sistemas de extinción por espuma de baja expansión se deben diseñar conforme a la norma NFPA-11.

Para los sistemas de descarga de espuma de baja expansión en nave de bombas de tratamiento, se debe considerar las especificaciones de diseño para Loading Racks. Esta característica implica la definición de NFPA 16 conforme a densidad y tiempo de exposición para sistemas de rociadores de espuma.

Haciendo referencia a NFPA 11 tenemos, que para el caso de almacenamiento de combustibles necesitamos:

- Densidad =  $6.5 \frac{\text{litros}}{\text{min} \cdot \text{m}^2}$

Y de acuerdo a NFPA 16:

- Tiempo de descarga = 10 minutos.

Nota: Para calcular caudales en boquillas, a partir de ahora y de acuerdo a NFPA 15, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Q = K \cdot \sqrt{P}$$

Donde K es un factor que viene dado por el fabricante de la boquilla y P es la presión a la que trabajará.

El patrón de descarga de las boquillas define el espaciamiento de las boquillas, sin embargo, dicho espaciamiento puede considerarse mucho más limitativo que la densidad de diseño a conseguir.

A continuación se muestran los diferentes patrones de descarga de las boquillas utilizadas:

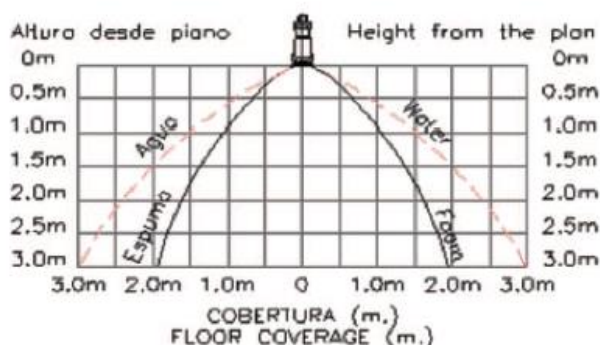


Figura 26: Patrón de descarga boquilla de espuma de baja expansión. (SABO Española).

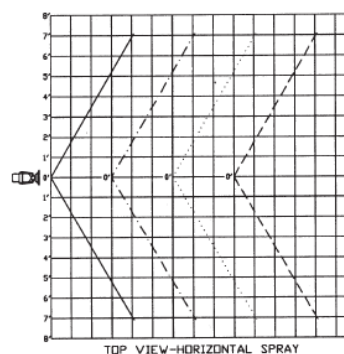


Figura 27: Patrón de descarga rociador de espuma direccionable. (SABO Española)

#### CONSIDERACIÓN DE DISEÑO EN NAVE DE BOMBAS:

Teniendo en cuenta las dimensiones de la nave y el patrón de descarga de la boquilla, se protege a través de:

- Malla en nave de: 3,50 x 3,50 m.

Lo que implica un total de 36 boquillas, con lo que necesitamos un caudal de:

$$Q_{mezcla} = 36 \cdot \sqrt{3} \cdot 41.2 = 2569 \text{ l/min}$$

$$Q_{espumógeno} = 2569 \cdot 0.03 = 77 \text{ l/min}$$

$$Reserva_{espumógeno} = 77 \text{ l/min} \cdot 10 \text{ min} = 770 \text{ litros.}$$

#### CONSIDERACIÓN DE DISEÑO EN NAVE DE CARGADERO:

Teniendo en cuenta las dimensiones de la nave y el patrón de descarga de la boquilla, para dar cobertura a toda la superficie se considera:

- Malla en nave de: 3,50 x 3,50 m; Lo que supone un total de 36 boquillas.

Además, para proteger el posible vertido de combustible en la zona más peligrosa, que es la parte baja de los camiones de descarga, donde se produce el traspaso de combustible se considera:

- Rociador automático direccionable bajo camiones y sistemas de trasiego; Lo que supone 5 rociadores.

Por tanto, necesitamos:

$$Q_{mezcla} = 36 \cdot \sqrt{3} \cdot 41.2 + 5 \cdot \sqrt{2.1} \cdot 80 = 3150 \text{ l/min}$$

$$Q_{espumógeno} = 3150 \cdot 0.03 = 95 \text{ l/min}$$

$$Reserva_{espumógeno} = 95 \text{ l/min} \cdot 10 \text{ min} = 950 \text{ litros.}$$

### 6.4.3. RESUMEN

Se proyecta un sistema de extinción automática por espuma de baja expansión por boquillas en nave de bombas de tratamiento, conforme a lo siguiente:

- Red de alimentación de acometida, malla, y boquillas, de tubería seca, en acero negro estirado galvanizado, en 4" y 2", soportado conforme a NFPA 13 y NFPA 24. En los tramos enterrados (si procede), toda la tubería será encintada.
- Boquillas de espuma de baja expansión de tipo auto-aspirante de K41 a 3 bar de capacidad nominal para un ratio de 1:8.
- Puesto de control de diluvio y valvulería conforme a especificaciones técnicas.
- Puntos de drenaje y desagüe.

Se proyecta un sistema de extinción automática por espuma de baja expansión por boquillas en nave de cargadero, conforme a lo siguiente:

- Red de alimentación de acometida, malla, y boquillas, de tubería seca, en acero negro estirado galvanizado, en 4" y 2", soportado conforme a NFPA 13 y NFPA 24. En los tramos enterrados (si procede), toda la tubería será encintada.
- Boquillas de espuma de baja expansión de tipo auto-aspirante de K41 a 3 bar de capacidad nominal para un ratio de 1:8.
- Sprinkler de agua espuma, abierto, direccionable de pulverización, de espuma de baja expansión de K80 a 2 bar, con ángulo 120º (para arrastre en bajos de nave).
- Puesto de control de diluvio y valvulería conforme a especificaciones técnicas.
- Puntos de drenaje y desagüe

## **6.5. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: NAVES DE MOTORES**

### **6.5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Los motores y sus áreas de incendios se protegen por un sistema de espuma combinado: de baja y media expansión. Habrá un puesto de control por cada bloque del motor (5 en total).

En los motores se protegen los siguientes riesgos: Anillo de combustible, turbos, cojinete principal de acople del alternador, bombas separadoras y bombas de aceite. Adicionalmente, desde cada sistema se protege la parte correspondiente de galerías de cables ubicada en el entorno de cada motor.

En general, todo el sistema de extinción se soluciona con boquillas de baja expansión, similares a las utilizadas en la nave de cargadero y la nave de bombas de tratamiento de combustible.

En el caso de los turbos y del cojinete del alternador, se busca que se produzca un rociado general sobre todo el cuerpo para evitar que esta importante fuente de calor pueda llegar a ignitar el combustible, por lo que se utiliza un rociador de tipo pulverizado mediante un rociador direccional abierto.

Para la consideración del derrame de combustible, que en caso de avería siempre se puede producir, se plantea la instalación en la parte baja de los motores boquillas de media expansión, situadas en los laterales de cada motor de maneras que se cree una capa de espuma de cierto espesor que vaya extendiéndose y ampliándose sin la fijación de un cubeto definido pero conteniendo el combustible derramado y sofocando el incendio en el entorno del motor.

Finalmente, en las galerías de cables se opta por una línea de cubra completamente el recorrido mediante el uso de rociadores convencionales cuyo objetivo no es extinguir, sino controlar que la mezcla de combustible derramada pueda llegar a ignitar o ser propagador de llama en el interior de las mismas. A tal efecto no se considera necesaria una descarga de espuma, sino un sistema de control. El líquido descargado es espumante pero no se descargará espuma como en el resto del sistema. Estos rociadores se instalan con bulbo cerrado tarado a 68°C, de manera que únicamente abrirían cuando un incendio tuviese lugar en el interior de la galería, protegiendo de esta manera la descarga accidental sobre equipamiento eléctrico directamente.

NOTA: Al ser un dispositivo cerrado, se puede considerar no funcional de cara al cálculo hidráulico del sistema.

La descarga de espuma se automatiza mediante una válvula de control, de tipo diluvio de activación por solenoide, específica para diluvio (el disparo es automático por doble línea de detección de llama en cada bloque de motor suministrado, y retenido, hasta realización de disparo manual mediante el pulsador de disparo local o el pulsador de disparo en sala de control).

Los módulos de bombas, esto es; Módulo de combustible, Bombas separadoras, y Bombas de aceite, no disponen de detección asociada al disparo, ya que se considera que el incendio solo debe ser actuado en

primera alerta en el bloque del motor, (pues la descarga en bombas depende de todo el sistema) siendo en la práctica una descarga manual. Un incendio en las bombas debe valorar si se ataca con la descarga completa de todo el motor, o no.

La red de distribución de agua está permanentemente presurizada hasta el puesto de control, con agua. Ante el disparo del sistema, se abre la válvula, y el agua se descarga. Este disparo está automatizado con las señales de los detectores de llama, pero en cualquier caso siempre estaría retenido (por programación), hasta que se accionase uno de los pulsadores de disparo, bien localmente en el puesto de control, bien en la sala de control.

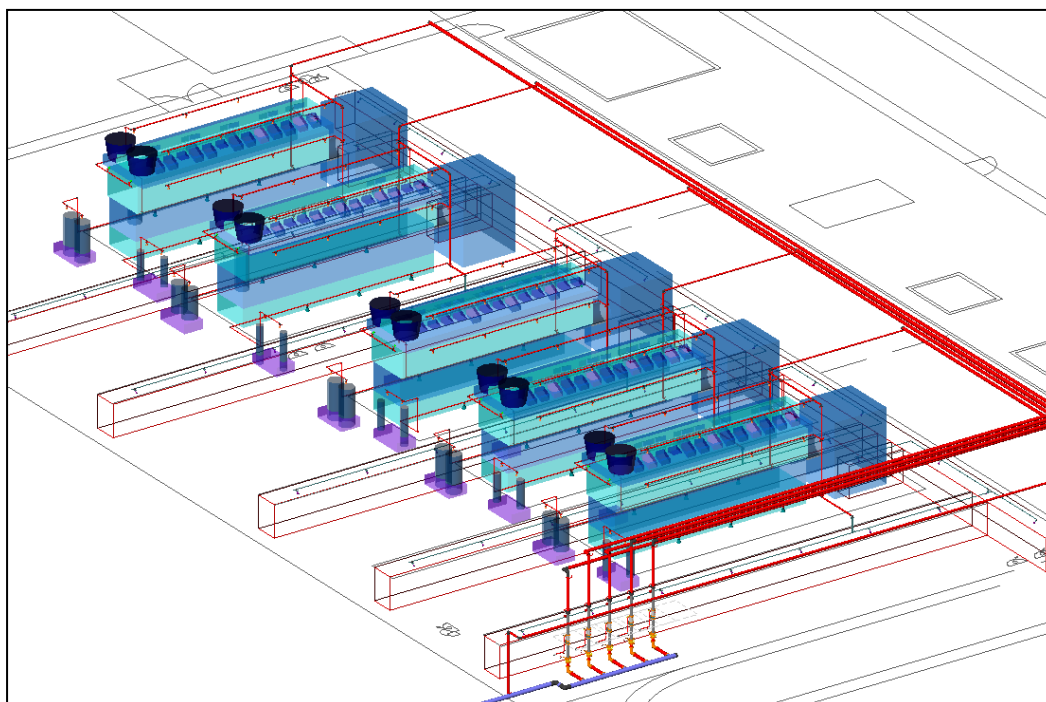
En la sala de bombas, se encuentra el dosificador tipo FireDos, que introduce espumógeno en la mezcla según la demanda de agua. Esta actuación es automática, manteniendo el porcentaje de dosificación en todo momento. Debe notarse que, la dosificación de espuma se hace en la sala de PCI, por lo que el primer tramo de agua descargado de la red es sin espuma (3-5 sg.).

El sistema está diseñado y dimensionado conforme al funcionamiento de cada uno de los puestos de control, más el consumo correspondiente por medios manuales.

NOTA: Los requerimientos y condiciones de diseño al respecto de la instalación de detección y alarma asociada, se definen en su correspondiente apartado.

NOTA: Se proyecta la instalación de un tramo de nueva ejecución de abastecimiento exclusivo de espumante, alternativo a la red de agua existente, del que se alimentan los puestos de control y sistema definidos en este punto (ver capítulo de abastecimiento de agua).

A continuación se muestra un esquema del sistema propuesto para los motores:



**Figura 28: Esquema sistema espuma motores.**

### 6.5.2. DETALLES DE DISEÑO

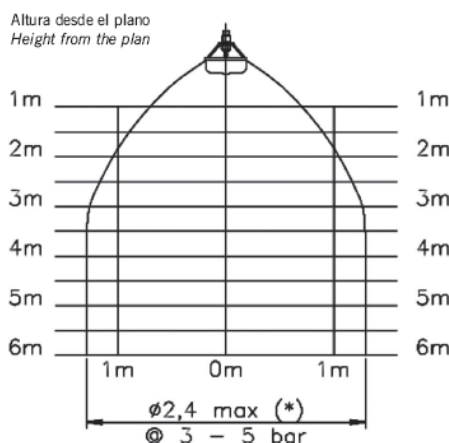
Los sistemas de extinción por espuma de baja expansión se deben diseñar conforme a la norma NFPA-11.

El escenario considerado no tiene un parámetro concreto en la normativa, por lo que se ha considerado el mayor de los riesgos planteados para baja expansión definidos en normativa, tanto en tiempo de exposición como en densidad de diseño. La descarga está prevista para un tiempo de 20 minutos conforme a una densidad de diseño de 6,5 (l/min)/m<sup>2</sup>, de manera que se crea una capa de espuma de baja expansión en todo el bloque del motor, y una capa de media expansión en avance continuo en toda la parte baja del motor.

Por tanto se caracteriza en una densidad de 6,50 l/min a 20 minutos en la totalidad del sistema.

El patrón de descarga de las boquillas de media expansión se define también en un patrón de descarga del sistema.

A continuación se muestra el patrón de descarga de la boquilla de media expansión:



**Figura 29: Patrón de descarga boquilla de media expansión. (SABO Española)**

Consideración en diseño:

- De baja expansión: Lineal sobre anillo de combustible a presión, cada 3 m: 16 boquillas por motor.
- De baja expansión: Sobre módulos de bombas, malla de 2,50 x 2,50 m: 5 boquillas por motor.
- Direccionables sobre turbos y cojinete del alternador: 3 boquillas por motor.
- De media expansión, lineal bajo el bloque, cada 3 m: 6 boquillas por motor.
- Rociador convencional cerrado, para las galerías de cables: 11 boquillas por motor

Por lo que el cálculo de caudal de agua y espumógeno necesario es el siguiente para cada bloque del motor.

$$Q_{mezcla} = (16 + 5) \cdot \sqrt{3} \cdot 41.2 + 6 \cdot \sqrt{4} \cdot 27 + 3 \cdot \sqrt{2.1} \cdot 80 + 11 \cdot \sqrt{0.5} \cdot 60 = 2637 \text{ l/min}$$

$$Q_{espumógeno} = 2637 \cdot 0.03 = 79 \text{ l/min}$$

$$Reserva_{espumógeno} = 79 \text{ l/min} \cdot 20 \text{ min} = 1580 \text{ litros.}$$

### 6.5.3. RESUMEN

Se proyecta un sistema de extinción automática por espuma de baja y media expansión por boquillas en nave de máquinas, conforme a lo siguiente:

- Red de alimentación de acometida, malla, y boquillas, de tubería seca, en acero negro estirado galvanizado, en 6", 3", 2½", 2" y 1½", soportado conforme a NFPA 13 y NFPA 24. En los tramos enterrados (si procede), toda la tubería será encintada.
- Boquillas de espuma de baja expansión de tipo auto-aspirante de K41 a 3 bar de capacidad nominal para un ratio de 1:8 (todo el sistema salvo excepciones).
- Sprinkler de agua espuma, abierto, direccionable de pulverización, de espuma de baja expansión de K80 a 2 bar, con ángulo 120º (para descarga en turbos y en cojinete de alternador).
- Boquillas de espuma de media expansión de tipo auto-aspirante de K27 a 3 bar de capacidad nominal para un ratio de 1:20. (para derrame).
- Sprinkler convencional cerrado montante, de K60 a 0,50 bar (mínimo) (para protección interior de galerías de cables).
- Por cada bloque de motor (y los módulos de combustible que se asocien a cada subsistema – ver planos), puesto de control de diluvio y valvulería conforme a especificaciones técnicas.
- Puntos de drenaje y desagüe



## ***7. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN POR AGUA PULVERIZADA***

### ***7.1. INTRODUCCIÓN***

Los sistemas de agua pulverizada se basan en una descarga de grandes cantidades de agua en el supuesto del incendio. Esta descarga de agua, se rocía con boquillas siempre abiertas, que crean una envolvente de agua que puede extinguir, controlar, refrigerar o incluso proteger contra la radiación de calor de un incendio cercano.

Los sistemas de agua pulverizada son siempre circuitos de tubería seca, conectados a sistemas de detección automática o disparos manuales que activan la descarga.

Por otro lado, la tipología de boquilla determina la velocidad de salida del agua lo que redundan en una pulverización mayor o menor. En el tamaño de esta gota estarán las mejores o peores propiedades de este sistema para según qué finalidad, basándose fundamentalmente en la capacidad de absorción de calor de cada caso. Las refrigeraciones necesitan tamaños de gota mayores, mientras que el control de incendio necesita menores tamaños de gota.

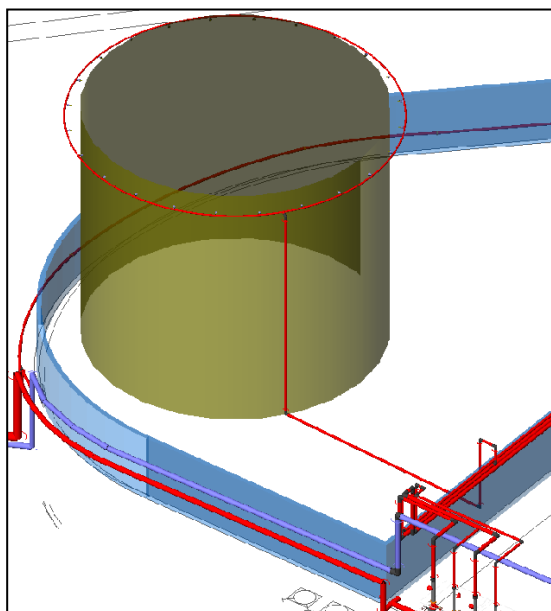
Como cualquier sistema de descarga de agua, se necesita un abastecimiento de agua, en caudal y presión según las necesidades de demanda, caudal y presión.

### ***7.2. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: ANILLOS DE REFRIGERACIÓN EN DEPÓSITOS***

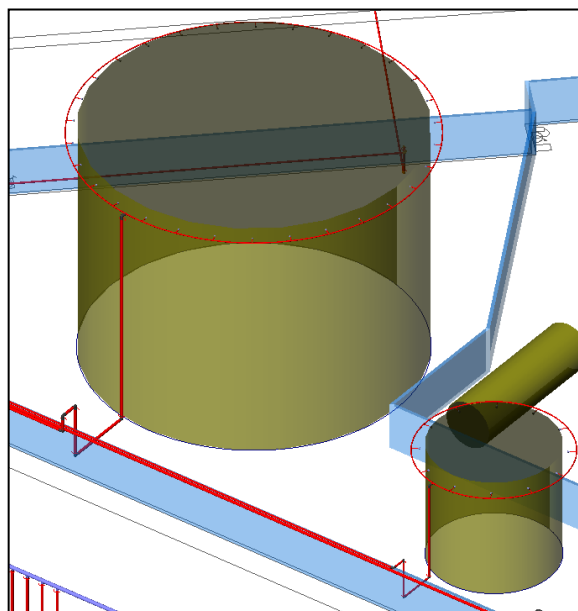
#### ***7.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES***

Para los casos específicos de anillos de depósitos de combustible, debe considerarse que en un tanque incendiado solo arden las capas de vapores de la superficie y es aquí donde se genera calor, mientras que en el resto de las paredes el tanque no hay calor radiante. Los anillos se colocan en el perímetro y descargan sobre el borde resbalando por las paredes del tanque.

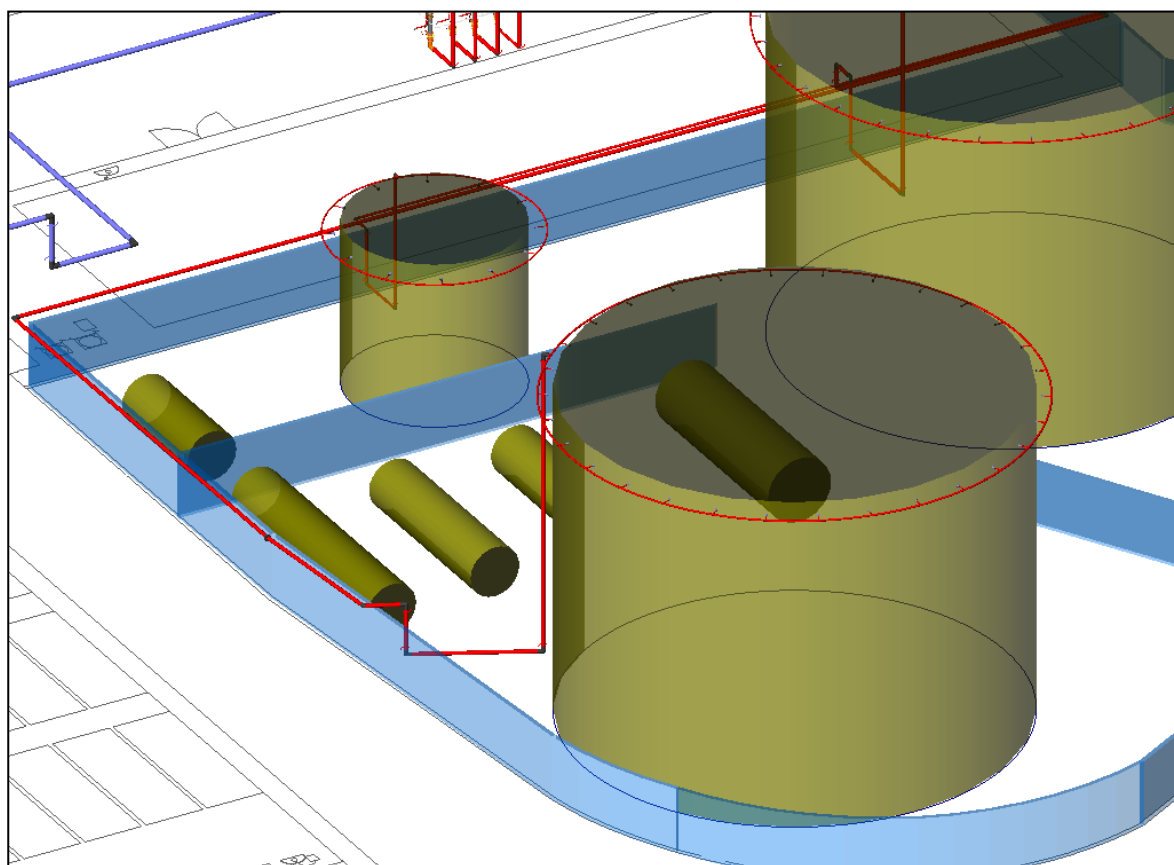
A continuación se muestra un gráfico de la instalación:



**Figura 31:** Esquema anillo agua pulverizada depósito LFO.



**Figura 30:** Esquema anillo agua pulverizada depósito HFO uso diario y HFO 400 del dique 2.



**Figura 32:** Esquema anillos agua pulverizada depósito HFO 4000 del dique 3.

### 7.2.2. DETALLES DE DISEÑO

Los sistemas de protección contra la exposición en tanques de combustible de tipo atmosférico, de agua pulverizada se deben diseñar conforme a la norma NFPA-15 y NFPA-13.

Para el caso de anillo de refrigeración sobre depósitos se debe acudir al criterio de protección para protección contra exposición en parques de almacenamiento por recomendaciones de API.

Esta nos dice:

$$- \quad 4.1 \frac{\text{litros}}{\text{min} \cdot \text{m}^2} \leq \text{Densidad} \leq 10.2 \frac{\text{litros}}{\text{min} \cdot \text{m}^2}$$

En este caso, simplemente queremos refrigerar la superficie lateral del tanque, esto es, protección contra la exposición en caso de incendio, no se trata de extinción en este caso, por tanto se considera que nos encontramos ante un riesgo ordinario y la densidad de protección de exposición en este caso es 4.1 (l/min)/m<sup>2</sup>.

Comprobamos en NFPA 13 que la densidad recomendada en API es aplicable para este tipo de riesgo.

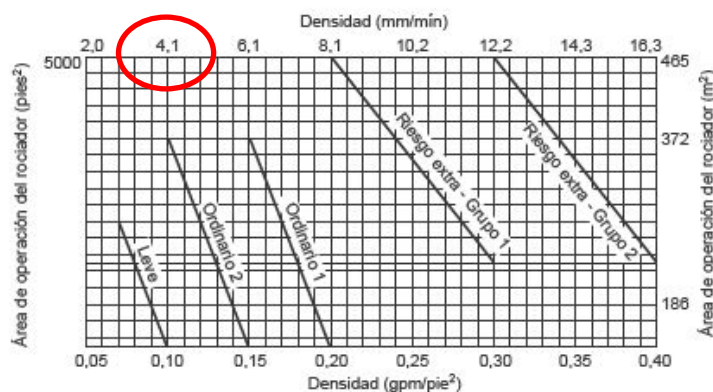


Figura 11.2.3.1.1 Curvas Densidad/Área.

Figura 33: Curvas densidad/área y riesgo de incendio.( Capítulo 11.2 NFPA 13: standard for the installation of the sprinkler systems).

Y NFPA 13 nos indica el tiempo mínimo necesario en el que hay que mantener las condiciones de presión y caudal:

- Tiempo mínimo: 60 minutos

La aplicación considera la superficie total del lateral del depósito.

El número de boquillas viene definido por la necesidad de que los conos de descarga se solapen en una distribución geométrica, en función de la separación del anillo del depósito, tanto horizontal como verticalmente,

Verticalmente la separación se considera a 0,5 m. no siendo relevante que parte del líquido descargue en la superior ya que el mismo retornaría a las paredes, y la distancia horizontal es de 0,6 m. con lo que los ángulos de descarga deben ser amplios para que los conos puedan solapar sin necesidad de colocar un número de boquillas excesivo.

Una vez elegido el tipo de boquilla y el número de estas, teniendo en cuenta que deben proteger toda la superficie lateral y superponerse en los laterales para que el tanque quede perfectamente protegido, podremos jugar con el factor K para determinar el caudal según los requerimientos. Independientemente del ángulo elegido, los posibles factores K a elegir son: 17.3, 25.9, 33.1, 46.1, 56, 80.6, 103.7.

#### ANILLO REFRIGERACIÓN DEPÓSITO LFO

$$\varnothing = 12 \text{ m.} \quad H = 10.6 \text{ m}$$

$$Sup. lateral = 2 \cdot \pi \cdot 6 \cdot 10.6 = 400 \text{ m}^2$$

$$Q_{teórico} = 4.1 \frac{l}{min \cdot m^2} \cdot 400 = 1640 \text{ lpm}$$

24 boquillas (cada 15°) de 125° de arco.

La disposición de boquillas queda de la siguiente manera:

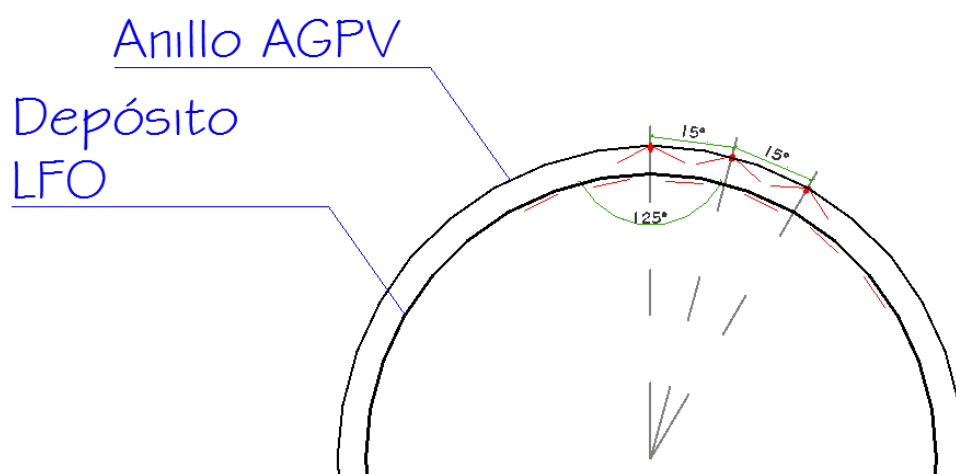


Figura 34: Detalle disposición boquillas depósito LFO.

$$Q_{real} = K \cdot \sqrt{P} \cdot n_{boquillas} = 59 \cdot \sqrt{2.1} \cdot 24 = 2052 \text{ lpm}$$

MODELO SELECCIONADO: Factor K 59

### ANILLO REFRIGERACIÓN DEPÓSITO HFO USO DIARIO

$$\phi = 7.3 \text{ m.} \quad H = 7.3 \text{ m}$$

$$Sup. lateral = 2 \cdot \pi \cdot 3.7 \cdot 7.3 = 170 \text{ m}^2$$

$$Q_{teórico} = 4.1 \frac{l}{min \cdot m^2} \cdot 170 \text{ m}^2 = 700 \text{ lpm}$$

12 boquillas (cada 30º) de 110º de arco.

La disposición de las boquillas queda de la siguiente manera:

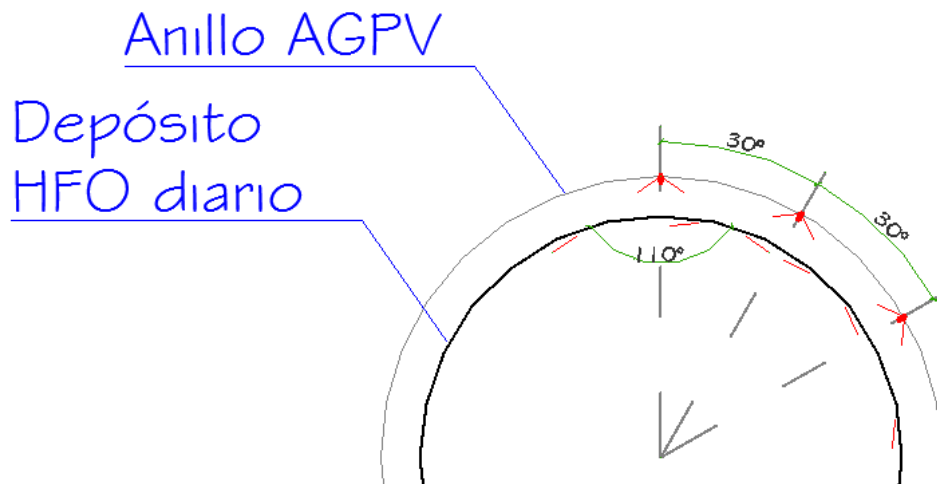


Figura 35: Detalle disposición de boquillas depósito HFO diario.

$$Q_{real} = K \cdot \sqrt{P} \cdot n_{boquillas} = 59 \cdot \sqrt{2.1} \cdot 12 = 1026 \text{ lpm}$$

MODELO SELECCIONADO: Factor K 59

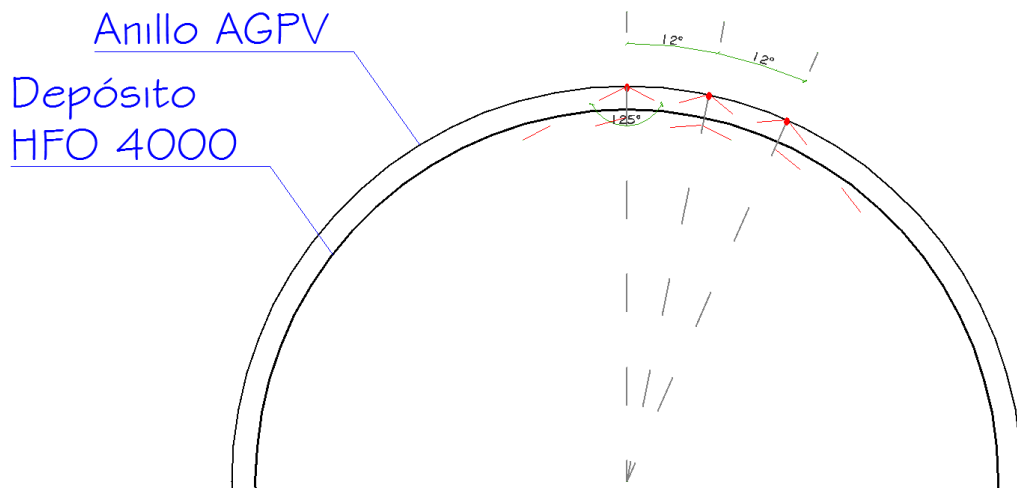
### ANILLOS REFRIGERACIÓN DEPÓSITOS HFO 4000

$$\varnothing = 19 \text{ m.} \quad H = 14.6 \text{ m}$$

$$Sup. lateral = 2 \cdot \pi \cdot 9.5 \cdot 14.6 = 872 \text{ m}^2$$

$$Q_{teórico} = 4.1 \frac{l}{min \cdot m^2} \cdot 872 \text{ m}^2 = 3575 \text{ lpm}$$

30 boquillas (cada 12º) de 110º de arco.



**Figura 36: Detalle disposición de boquillas depósito HFO 4000.**

$$Q_{real} = K \cdot \sqrt{P} \cdot n_{boquillas} = 80 \cdot \sqrt{2.1} \cdot 30 = 3500 \text{ lpm}$$

MODELO SELECCIONADO: Factor K 80

### 7.2.3. RESUMEN

Se proyecta un sistema para refrigeración del depósito de combustible de LFO, por agua pulverizada en depósitos de combustible, conforme a lo siguiente:

- Acometida y anillo, en acero negro estirado galvanizado, en 4" y 2½", pintado y soportado conforme a NFPA 13 y NFPA 24 (y requerimientos en planos y especificaciones sobre soportación especial). En los tramos enterrados (si procede), toda la tubería será encintada.
- Boquillas de descarga de agua pulverizada, de K59, y ángulo 125º.
- Puesto de control de diluvio y valvulería conforme a especificaciones técnicas.
- Puntos de prueba, drenaje y desagüe.

Se proyecta un sistema para refrigeración del depósito de combustible de HFO diario, por agua pulverizada en depósitos de combustible, conforme a lo siguiente:

- Acometida y anillo, en acero negro estirado galvanizado, en 4" y 2½", pintado y soportado conforme a NFPA 13 y NFPA 24 (y requerimientos en planos y especificaciones sobre soportación especial). En los tramos enterrados (si procede), toda la tubería será encintada.
- Boquillas de descarga de agua pulverizada, de K59, y ángulo 110º.
- Puesto de control de diluvio y valvulería conforme a especificaciones técnicas.
- Puntos de prueba, drenaje y desagüe.

Se proyecta un sistema para refrigeración de ambos depósitos de combustible de HF4000, por agua pulverizada en depósitos de combustible, conforme a lo siguiente (para cada uno de ellos):

- Acometida y anillo, en acero negro estirado galvanizado, en 6" y 3", pintado y soportado conforme a NFPA 13 y NFPA 24 (y requerimientos en planos y especificaciones sobre soportación especial). En los tramos enterrados (si procede), toda la tubería será encintada.
- Boquillas de descarga de agua pulverizada, de K80, y ángulo 110º.
- Puesto de control de diluvio y valvulería conforme a especificaciones técnicas.
- Puntos de prueba, drenaje y desagüe.

## **8. SISTEMAS DE AGUA NEBULIZADA**

### **8.1. INTRODUCCIÓN**

Los sistemas de extinción por agua nebulizada son una alternativa a los sistemas de extinción por gas. Su principio de extinción está basado en una atomización del chorro de descarga de agua, por medio del uso de unas boquillas con un diámetro de descarga muy pequeño y una presión de trabajo muy alta en relación a los sistemas convencionales de agua.

Tal es el diámetro de las boquillas, que cualquier pequeña partícula resto de oxidación puede bloquearlo, y por esto las conducciones deben ser obligatoriamente de acero inoxidable.

La niebla de agua, incorpora en la descarga miles de partículas de muy pequeño tamaño, con lo que con una misma cantidad de agua se consigue una superficie de contacto de agua con el incendio mucho mayor, y a más superficie, más transformación en vapor de agua, más enfriamiento y más atenuación del calor, lo que consigue la extinción de la combustión.

El agua nebulizada también moja, pero no tiene las mismas consecuencias destructivas que pueda tener un sistema de sprinklers convencionales en equipos y aparatos eléctricos electrónicos.

Los sistemas de agua nebulizada se definen conforme a la NFPA 750.

La NFPA 750 define que los sistemas de agua nebulizada deben estar certificados y listados en conformidad con un ensayo emitido por el fabricante conforme al principio para el cual se ha definido la protección del riesgo, pudiendo ser ésta de Control, Refrigeración, Extinción, etc.

Cada tipo de ensayo y riesgo (riesgo ligero, riesgo ordinario, riesgo especial de maquinaria, etc.) debe estar acreditado para los equipos concretos listados por el fabricante, en las condiciones de diseño especificadas.

Además, todos los cálculos de dimensionamiento de los sistemas deben estar avalados según condiciones del Fabricante.

En conclusión, esta normativa indica que es el fabricante el que debe aportar los dos elementos básicos para la validez de un diseño de agua nebulizada:

- Cálculo hidráulico.
- Certificación por laboratorio de homologación de reconocido prestigio de ensayo en el riesgo correspondiente.





## **8.2. PROPUESTA DE EJECUCIÓN: EDIFICIO ELÉCTRICO**

### **8.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Los sistemas de extinción por agua nebulizada proyectados están compuestos por baterías de cilindros / botellas de agua que se presurizan con nitrógeno a presión, en módulos de varios cilindros de agua y varios de gas (normalmente en una relación de 3 a 1), que funcionan de manera simultánea. La presión de trabajo de los sistemas está entre 200 y 300 bar siendo en cualquier caso superior a 35 bar por lo que se considera alta presión.

La mezcla de agua con nitrógeno se distribuye por medio de una red de tubería inicialmente cargada de agua presurizada a no menos de 12 bar, que finaliza en dispositivos difusores (tanto cerrados como abiertos) con una distribución homogénea sobre los riesgos definidos y con objeto de alcanzar la concentración de diseño en el ambiente protegido.

El cálculo de estos sistemas implica el diseño de la red de tubería y difusores, la definición de los diámetros (en función de los caudales de transporte – por tablas de fabricante), los Kg de gas necesario, el Nº de cilindros, etc. ESTOS CÁLCULOS SON SOPORTADOS POR EL FABRICANTE DE LOS SISTEMAS TAL Y COMO SE DEFINE EN LA NFPA 750, tanto a nivel de homologación de equipos y sistemas como a nivel de cálculo.

Los cálculos del sistema se aportarán por proveedor según conformidad con la Dirección Técnica en el momento de la ejecución de los sistemas.

### 8.2.2. DETALLES DE DISEÑO

Para el diseño del sistema de agua nebulizada, las boquillas utilizadas son tipo sprinkler. Para el dimensionamiento y los requerimientos necesarios, acudimos a la norma UNE 12845: Sistemas de rociadores automáticos: diseño, instalación y mantenimiento.

En primer lugar, clasificamos el nivel de riesgo de la zona a proteger. En este caso, se trata del edificio eléctrico.

- RO1 – Riesgo ordinario 1 (referencia en UNE 12845).

En función del riesgo obtenido, ahora tenemos que seleccionar la densidad de diseño y el área de operación:

- En cálculo  $72 \text{ m}^2 @ 5,00 \text{ (l/min)/m}^2$ .

Para terminar de definir el diseño, vemos el espaciado máximo y mínimo por boquillas y la cobertura de éstas.

- Deben estar distanciadas, como máximo 4 metros.
- Tiempo de descarga estimado necesario, 10 minutos.

A continuación se muestra un croquis simplificado del sistema.

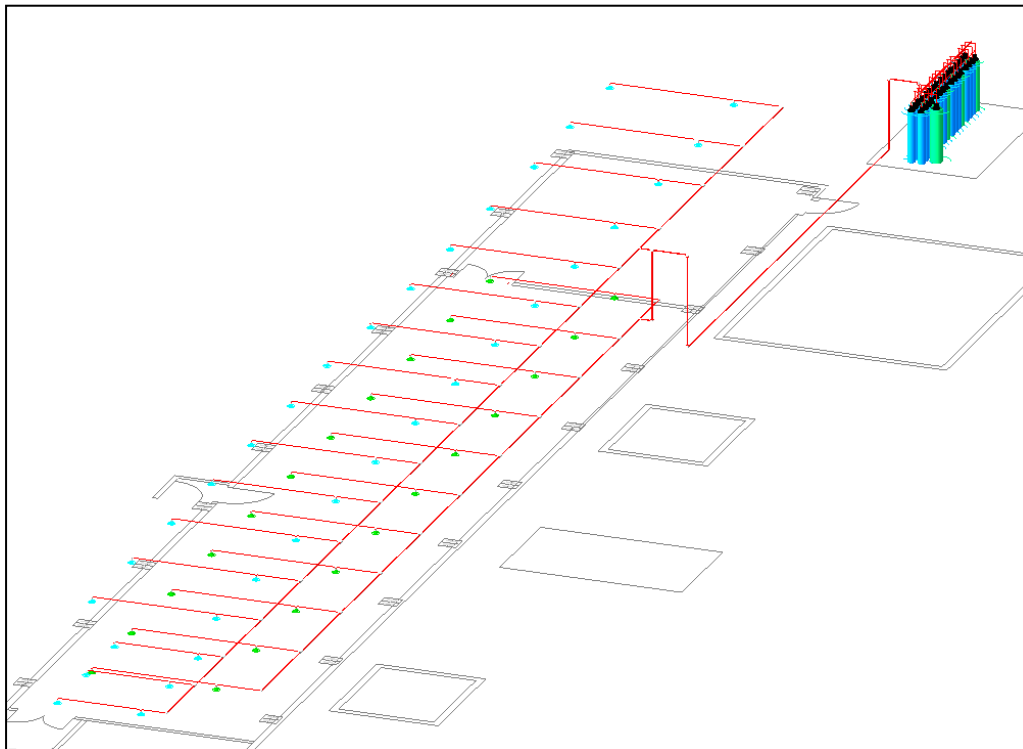


Figura 37: Esquema sistema agua nebulizada en edificio eléctrico.



## **9. CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

### **9.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se indican todos los parámetros bajo los cuales se diseñan los sistemas hidráulicos de cara dimensionar los sistemas de extinción contra incendios definidos para su ejecución.

NOTA IMPORTANTE: Debe tenerse en cuenta que el sistema de agua nebulizada dispone de su propio sistema de reserva de agua y sistema de presurización, y queda fuera de la estimación hidráulica de la red contra incendios.

A continuación, se muestra un resumen de la instalación. En azul los elementos existentes, y en rojo y morado (para espuma) los nuevos sistemas.

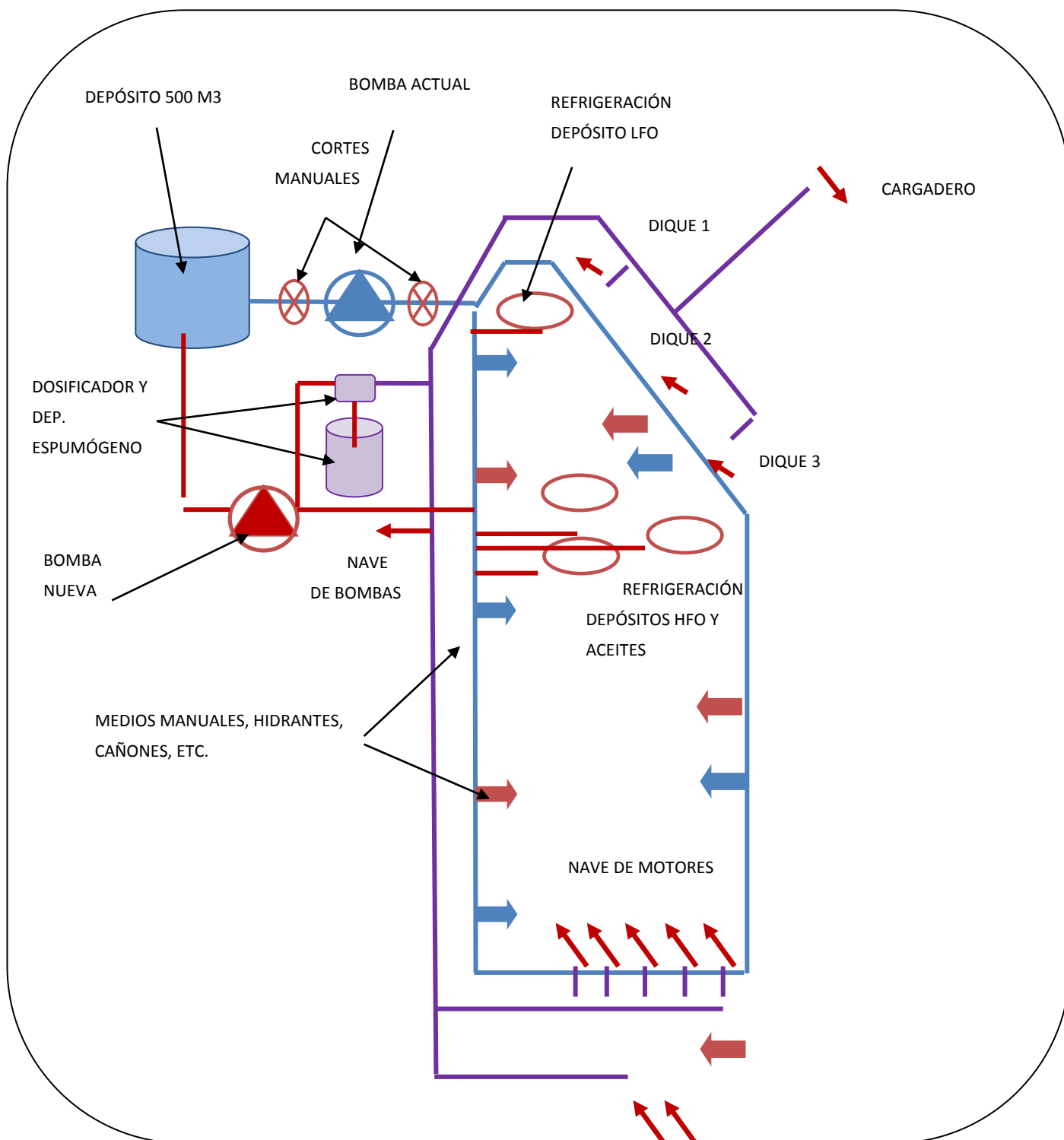


Figura 38: Esquema general sistemas de extinción.

Para poder dimensionar los sistemas hidráulicos propuestos, es necesario saber:

- Capacidad de la bomba.
- Capacidad del depósito de espumógeno necesario.
- Capacidad del depósito de agua contra incendios necesario.

Para realizar este cálculo hidráulico, recurrimos a NFPA 850, donde se indican detalles del diseño de suministro de agua.

- El suministro de agua para la instalación contra incendios debe basarse en:
  - 1) Cualquier demanda del sistema fijo de supresión de incendios que podría ser esperada para operar simultáneamente durante un solo evento.
  - 2) La demanda de medios manuales como mínimo de 1890 lpm durante 2 horas.

## 9.2. RESULTADOS HIDRÁULICOS

A continuación vamos a justificar los consumos hidráulicos calculados teóricamente y a definir el cumplimiento de los requerimientos hidráulicos y neumáticos conforma a la normativa de aplicación.

El correcto dimensionamiento de las todas las instalaciones propuestas del presente proyecto se ha realizado por medio de cálculo hidráulico. El programa utilizado para estos cálculos es un software específicamente diseñado para calcular instalaciones hidráulicas de protección contra incendios: AutoSprink VR11.

Para el desarrollo del cálculo hidráulico con el programa mencionado se establece una simulación tridimensional de la red de incendios, de la que se ha levantado un modelo para el cálculo.

Para el dimensionamiento de las tuberías, se realiza por aproximación mediante los resultados que se van obteniendo en función de la demanda y presiones obtenidas. No obstante, recurrimos a una tabla basada en la experiencia con la que podemos comenzar el levantamiento de la red como una primera aproximación.

DÍAMETRO TUBERÍA (PULGADAS)	Q REQUERIDO (L/MIN)
2	95-946
3	473-1892
4	946-3785
6	2839-11354

Tabla 13: Diámetro de tuberías como base de diseño.

Para los cálculos de las pérdidas de carga se utilizará la fórmula de Hazen-Williams:

$$P = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85}$$

Dónde:

P = Pérdidas de carga en bar.

Q = Caudal en l/min

C = Coeficiente de pérdidas

D = Diámetro interior en mm.

L = Longitud equivalente de tubería y accesorios (m)

Los coeficientes de pérdidas “C” en función de los materiales de las tuberías utilizadas:

Acero estirado clase negra con o sin soldadura UNE-EN.10.217      C:120  
(o normativas americanas equivalentes y validada por la Dirección Técnica)

A continuación se muestra la red diseñada en dicho programa.

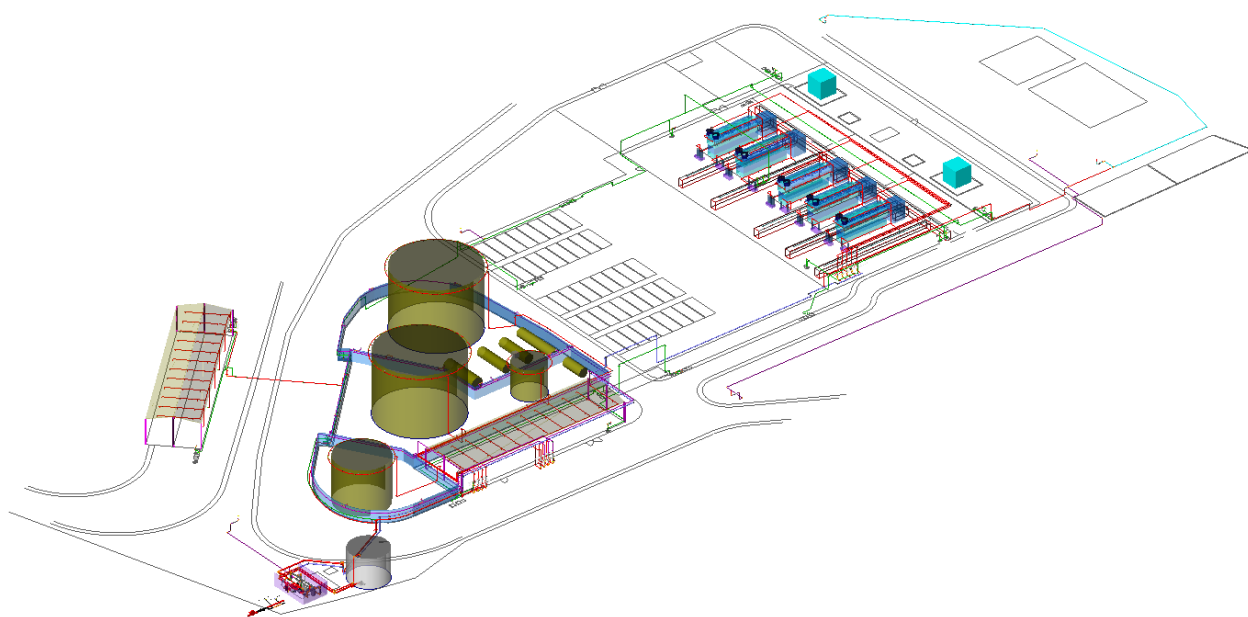


Figura 39: Esquema de todos los sistemas de extinción.

### 9.2.1. RESULTADOS HIDRÁULICOS

Con este programa, podemos ver cuál es la demanda de cada sistema propuesto, incluyendo los medios manuales pedidos por la normativa, dejando abiertas exclusivamente las válvulas del puesto de control del sistema que analicemos en cada caso y abriendo los medios manuales

Una vez analizados todos los sistemas individualmente y las condiciones de simultaneidad, podremos definir la curva de la bomba, que es la que se muestra en rojo en la gráfica que se muestra a continuación.

#### ANILLO LFO

Tomando como ejemplo el anillo de agua pulverizada de LFO, vemos la curva de la demanda, en verde, y la curva de la bomba tal y como ha sido definida, en rojo.

Demanda: 4.083,60 l/min @ 6,24 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

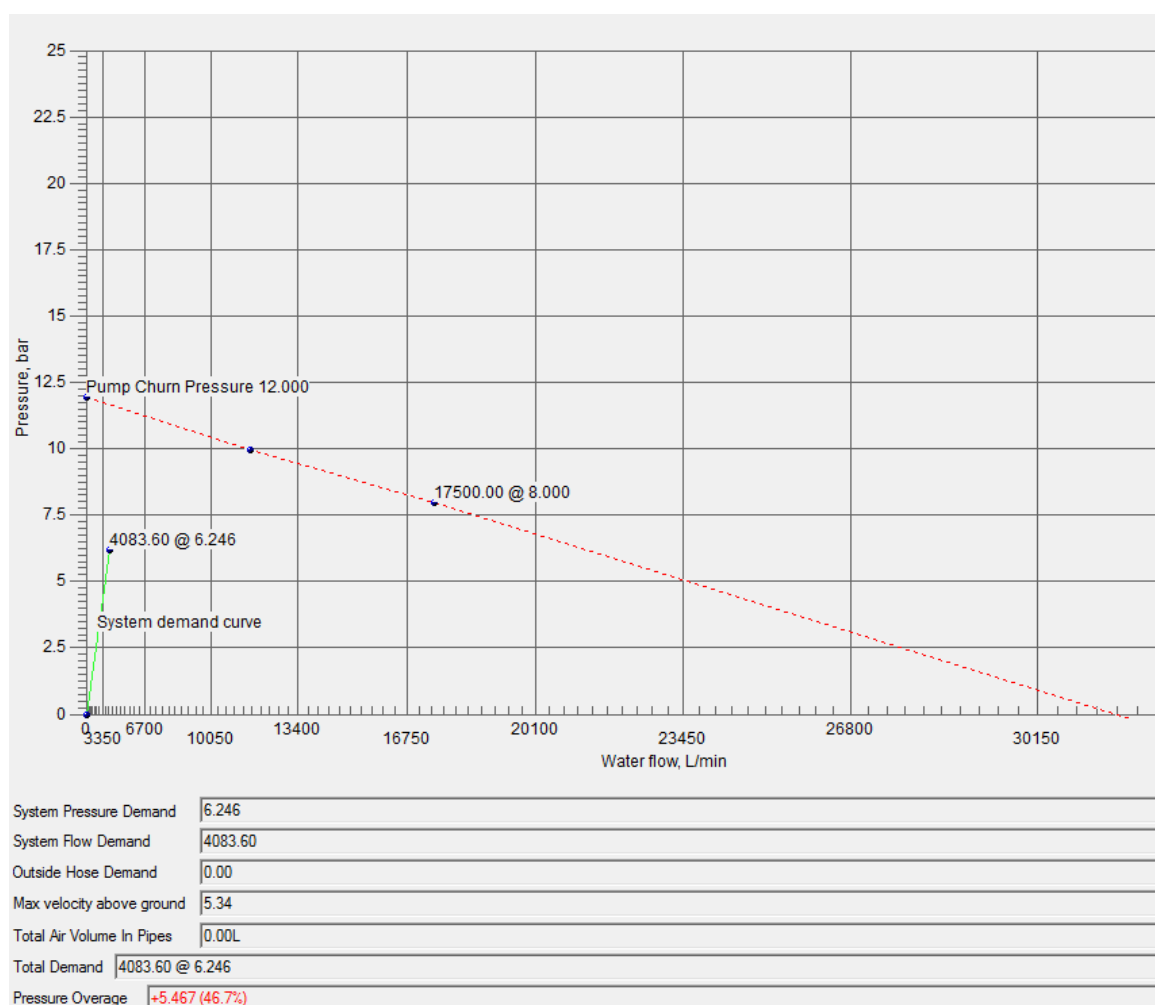


Figura 40: Resultados hidráulicos anillo LFO. (Autosprink).



Analizamos todos los sistemas de la misma manera, obteniendo las respectivas demandas.

NOTA: El resto de las gráficas obtenidas se encuentran en ANEXO III y aquí se muestra un resumen de todas las demandas obtenidas, incluyendo los medios manuales.

SISTEMA	DEMANDA
ANILLO LFO	4.083,60 lpm @ 6,24 bar
ANILLO HFO DIARIO	3.151,85 lpm @ 5,00 bar
ANILLO HFO 4000 DEL DIQUE 2	6.077,39 lpm @ 9.36 bar
ANILLO HFO 4000 DEL DIQUE 3	5.661,59 lpm @ 6,59 bar
VERTEDERAS DIQUE 1	3.901,47 lpm @ 6,73 bar
VERTEDERAS DIQUE 2	5.533,12 lpm @ 8,46 bar
VERTEDERAS DIQUE 3	5.117,48 lpm @ 8,4 bar
TRANSFORMADORES PRINCIPALES	3.953,00 lpm @ 8,89 bar
NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO	4.483,83 lpm @ 5,59 bar
NAVE DE DESCARGA DE COMBUSTIBLE	5.425,02 lpm @ 8,72 bar
MOTORES	4.371,23 lpm @ 7,78 bar

Tabla 14: Resumen cálculos hidráulicos.



### 9.2.2. ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA BOMBA

Para la consideración de la demanda hidráulica total, que dimensiona el grupo de bombeo, debe considerarse el escenario hidráulicamente más desfavorable de la red, que sea posible de producirse.

Debe considerarse la posible simultaneidad de los sistemas, esto es, que es posible el escenario en el cual sea necesario descargar en un dique, tanto las vertederas como los anillos de refrigeración de los depósitos protegidos en su interior. Además de esto, deben tenerse en cuenta también el consumo por medios manuales definido en NFPA.

Por tanto, el escenario hidráulicamente más desfavorable contra el que se dimensiona el grupo de bombeo es el siguiente:

- Vertederas en dique 2 (HFO 4000 a + HFO diario).
- Anillo de refrigeración en tanque HFO4000 .
- Anillo de refrigeración en tanque HFO uso diario.
- Medios manuales: 1.893 l/min.

Demanda total: 11.763,23 l/min @ 9,51 bar. Se define una **bomba** de capacidad **nominal 700 m<sup>3</sup>/h**.

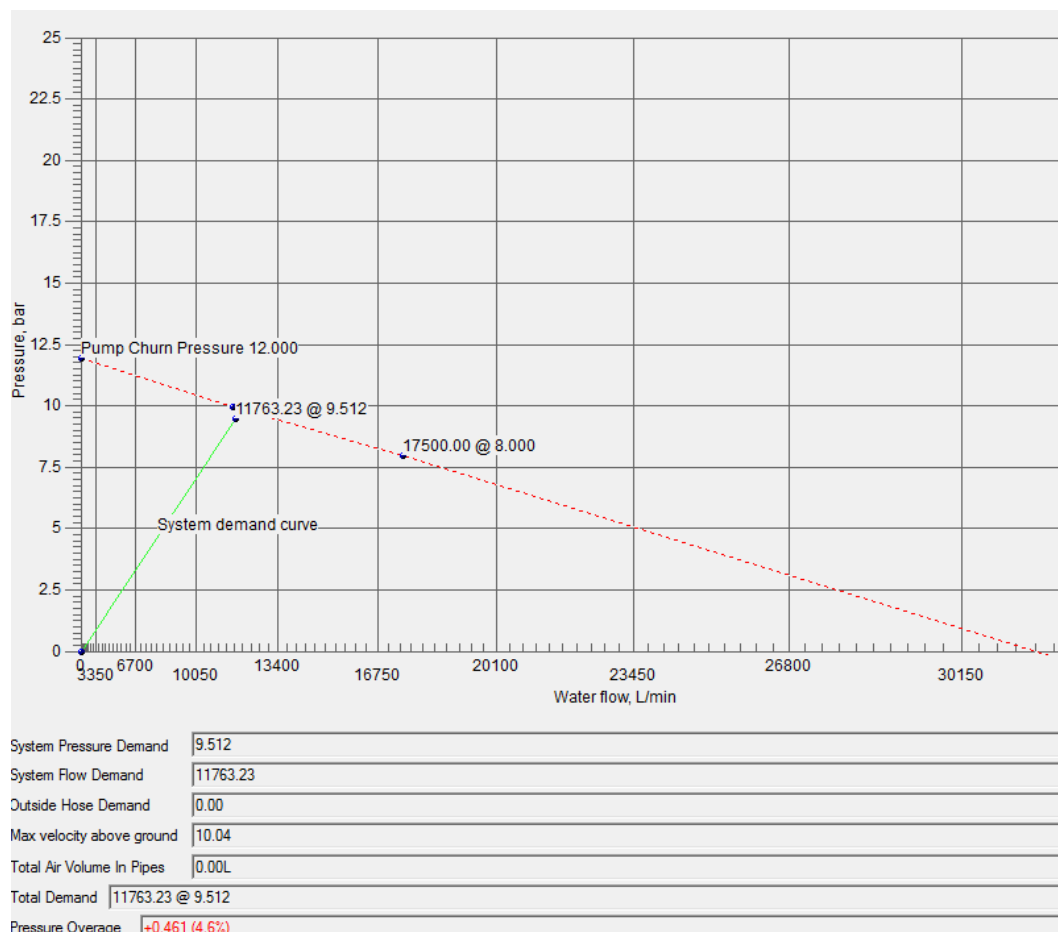


Figura 41: Resultados hidráulicos condición más desfavorable total. (Autosprink).

### 9.2.3. ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD DE ESPUMÓGENO

El sistema de dosificación de espumógeno debe ser dimensionado para satisfacer el máximo caudal que pueda requerir, en función del escenario hidráulicamente más desfavorable posible de entre los que consumen espuma (los anillos en depósitos, por ejemplo, no consumen espuma).

El sistema de mayor demanda de toda la red, en consumo de espuma únicamente, es el del sistema de vertederas del dique 2.

Este sistema debe ser calculado sin tener en cuenta los medios manuales de consumo en la red, ya que éstos no consumen espumógeno.

La demanda en tal caso es: 3.640,02 l/min @ 8,31 bar. Se define un **dosificador** de **4.000 l/min**.

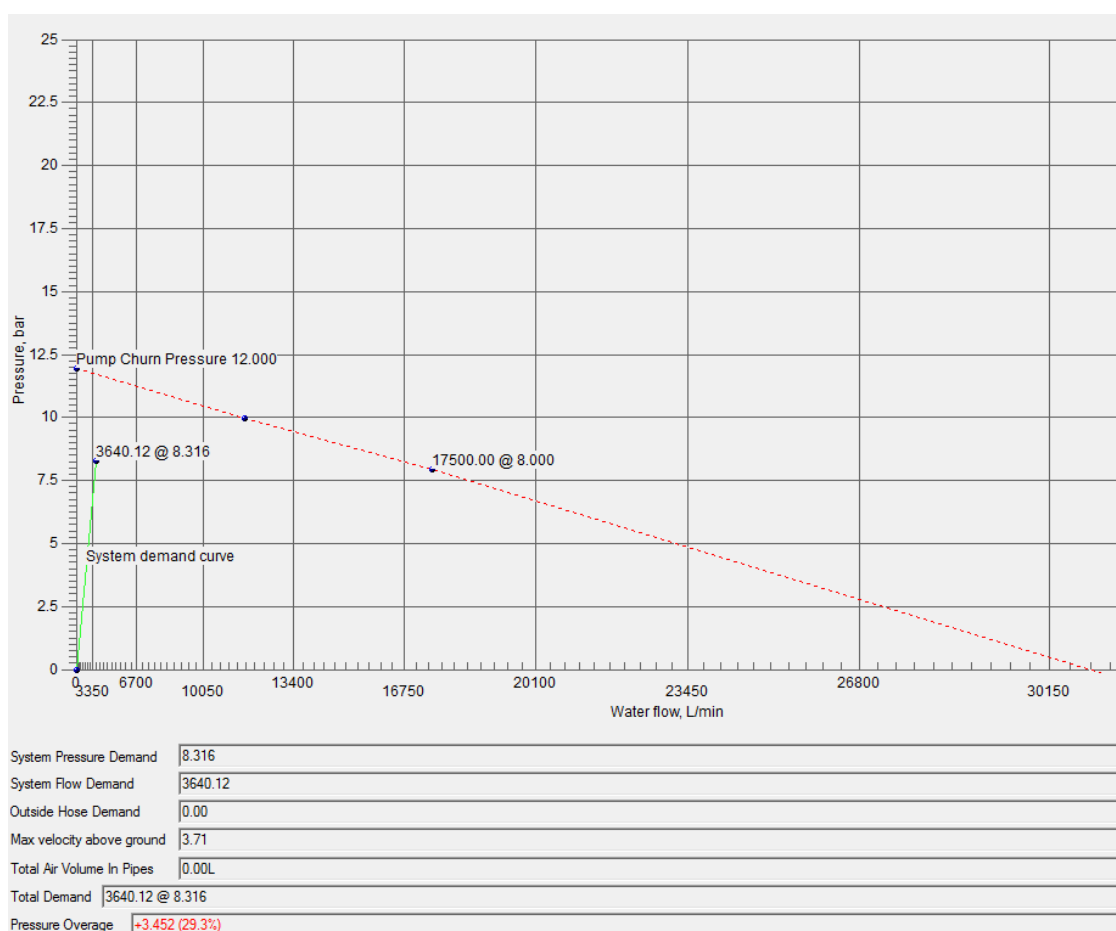


Figura 42: Resultados hidráulicos condición más desfavorable espuma. (Autosprink).

Respecto al consumo de espumógeno:  $4.000 \text{ l/min} \times 20 \text{ min} \times 0,03 = 2.400 \text{ l}$ . Se define una **capacidad de espumógeno** de **3000 l**, por motivos de series comerciales.

#### 9.2.4. ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD DE AGUA CONTRA INCENDIOS

Para la consideración de la reserva de agua, debe considerarse el mismo escenario hidráulico que para el grupo de presión, pero dividiendo cada sistema, ya que cada uno de los mismos demanda una cantidad diferente de caudal en función del tiempo de exposición o reserva.

- Consideración del sistema de depósito HFO uso diario, sin medios manuales (no se aporta cálculo hidráulico, solo se muestra la demanda).

1.036,75 l/min @ 3,67 bar.

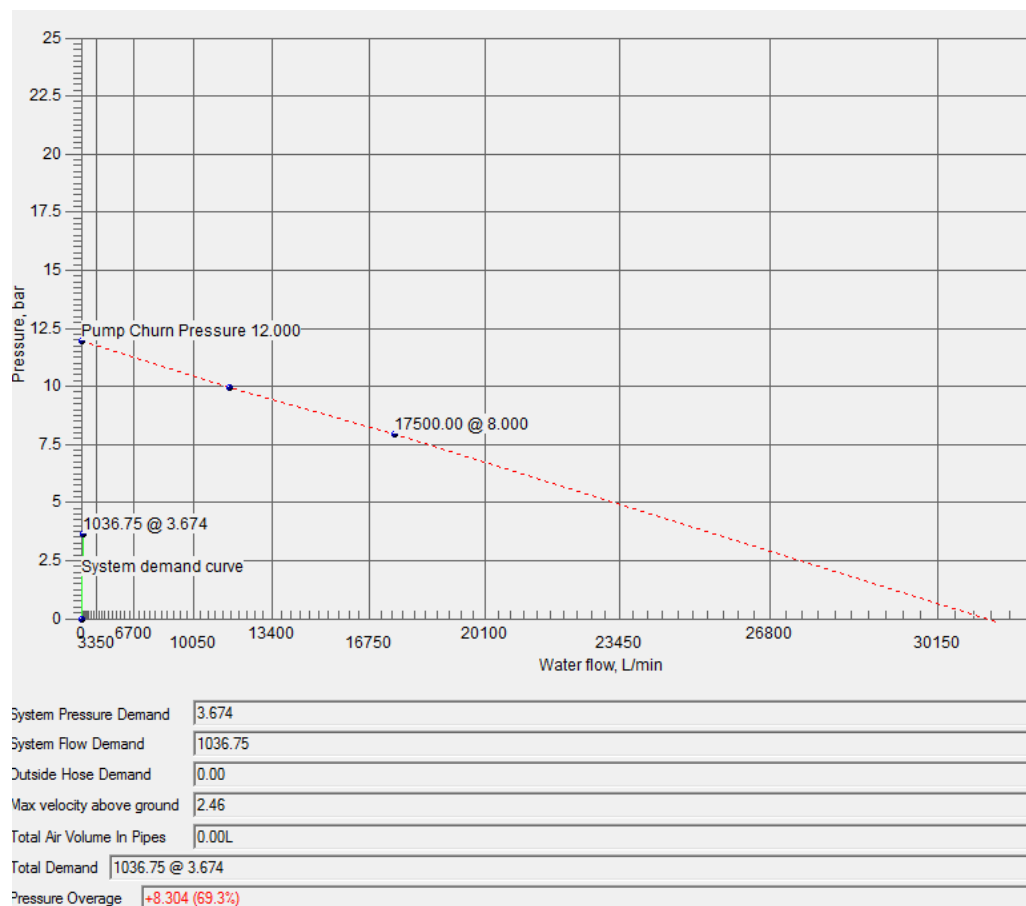


Figura 43: Demanda anillo LFO (Autosprink).

De la misma manera se procede para los otros sistemas implicados.



- Consideración del sistema de depósito HFO 4000 perteneciente al dique 2, sin medios manuales (no se aporta cálculo hidráulico, solo se muestra la demanda).

4.184,39 l/min @ 9,36 bar.

- Consideración del sistema de vertederas en dique 2, sin medios manuales (no se aporta cálculo hidráulico, solo se muestra la demanda).

3.640,12 l/min @ 8,46 bar.

Consideración de medios manuales:

$1.893 \text{ l/min} \times 120 \text{ min} = 227,16 \text{ m}^3$

Consideración completa:

$1.893 \text{ l/min} \times 120 \text{ min} = 227,16 \text{ m}^3$

$1.036,75 \text{ l/min} \times 60 \text{ min} = 62,20 \text{ m}^3$

$4.184,39 \text{ l/min} \times 60 \text{ min} = 251,06 \text{ m}^3$

$3.640,12 \text{ l/min} \times 20 \text{ min} = 72,80 \text{ m}^3$

TOTAL: 613,22 m<sup>3</sup>

El depósito existente dispone de una capacidad efectiva de 500 m<sup>3</sup>, con lo que se puede considerar que la demanda es prácticamente suficiente, teniendo en cuenta que a lo largo de 120 minutos, la planta sea capaz de reponer 113 m<sup>3</sup>, y que el depósito existente es suficiente para acometer los tres sistemas de extinción ( $62,20 + 251,06 + 72,80 = 386,06$ ) y dejando además uso de medios manuales en toda su potencia por 60 minutos ( $114.000 \text{ l.} \times 60 \text{ min} = 1.893 \text{ l/min.}$ )

## **10. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y RED CONTRA INCENDIOS**

### **10.1. INTRODUCCIÓN**

Un abastecimiento de agua es un sistema formado por una o varias fuentes de alimentación de agua, uno o varios sistemas de impulsión y una red general de incendios, y está destinado a asegurar, para uno o varios sistemas de protección contra incendios, el caudal y la presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.

Para el análisis de adecuación de un abastecimiento de agua existente, se deben tener en cuenta las “prestaciones” del mismo; presión, caudal y tiempo de autonomía.

También se deben valorar las condiciones de “fiabilidad” que garanticen su perfecto funcionamiento en cualquier circunstancia y ocasión. La fiabilidad se consigue cuando se garantiza la eficacia de todas las fases: diseño, instalación, mantenimiento y formación.

Un abastecimiento de agua, debe ser de uso exclusivo para los sistemas de protección contra incendios, debe entrar en funcionamiento de forma automática, debe estar en disposición de empleo en todo momento y no verse afectado por falta de suministro eléctrico, heladas o materiales sólidos que puedan obstruir las conducciones.

Normalmente un grupo de impulsión está formado por un grupo de bombeo PRINCIPAL y un grupo de bombeo AUXILIAR. El grupo de bombeo auxiliar, las bombas jockey, son bombas cuyo único objetivo es suplir las pequeñas demandas que la red trasmita al abastecimiento de agua por diversas razones y evitar el arranque del grupo principal.

Además, el grupo principal debe estar formado por dos elementos cuya puesta en funcionamiento sea independiente, es decir, son válidas las combinaciones de bomba Diesel, Bomba Eléctrica conexas desde una fuente de alimentación de emergencia o auxiliar.

Como parte del conjunto de grupo de presión para el abastecimiento de agua, es necesario que exista una reserva de agua contraincendios, de uso exclusivo a tal fin, y con capacidad suficiente para abastecer el sistema más hidráulicamente desfavorable existente durante el tiempo que establezca la normativa de referencia.

El depósito de abastecimiento de agua será de uso exclusivo para la instalación de contra incendios.

Los hidrantes han de considerarse, como una toma de agua “no equipada”, es decir, son dispositivos de conexión para mangueras cuyo cometido es la lucha contra incendios en todas las fases de desarrollo de un incendio hasta su extinción.

El manejo de los hidrantes, el acoplamiento y despliegue de su equipo de mangueras (en este caso, las casetas de material de Lucha Contra Incendios se encuentran en la ubicación de los mismos hidrantes) y el manejo correcto de éstas con los caudales necesarios, requieren un adiestramiento adecuado.



Por ello, los hidrantes son de uso exclusivo de los Equipos de Primera y Segunda Intervención (personal de la Planta) y del Servicio Público de Extinción.

Los hidrantes monitores o cañones monitores, son equipos de lucha directa contra el fuego, completamente equipados para que por parte del personal o bomberos se pueda atacar el incendio de manera directa, con una potencia de caudal y presión, en alcance, correctos para los riesgos diseñados.

Los hidrantes tienen las siguientes funciones:

- Servir de conexión y abastecimiento a las mangueras necesarias para los cometidos siguientes:  
La lucha contra los incendios que tengan lugar en el propio establecimiento y la protección del propio establecimiento frente a incendios que tengan lugar en establecimientos vecinos.
- Abastecer de agua a los vehículos motobomba del servicio público de extinción.

Los cañones monitores tienen las siguientes funciones:

- El control del incendio (el confinamiento del mismo en un sector determinado y la limitación de su intensidad), la extinción del incendio y la refrigeración de bienes próximos a aquéllos en los que se está produciendo el incendio.

## 10.2. VALORACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La planta cuenta con un abastecimiento de agua contra incendio formado por un sistema de bombeo (jockey y doble bomba principal, diésel y eléctrica), de 1.250 gpm – 4.730 l/min a 120 psi – 8,25 bar de capacidad nominal, un tanque de 500 m<sup>3</sup>, y una red exterior en anillo de acero, en 6", para abastecimiento de tomas de gabinetes e hidrantes en 1", 1½" y 2½" de uso con medios manuales.

No cuenta con ningún sistema de descarga de actuación automática, siendo en todos los casos de uso manual.

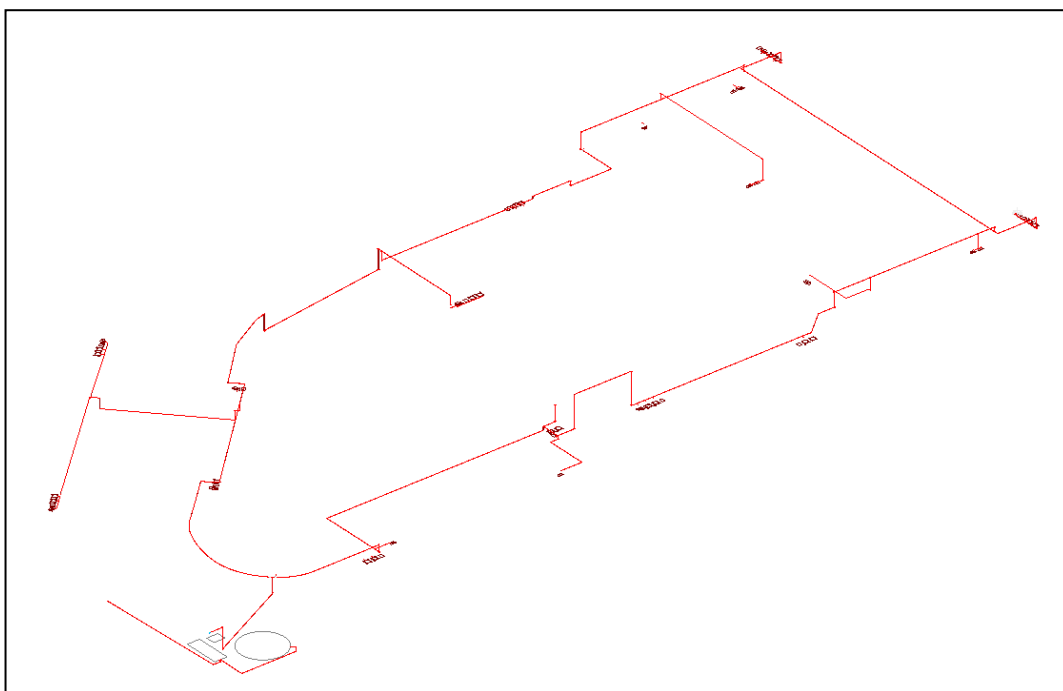


Figura 44: Red exterior de agua existente en la planta.

El sistema de abastecimiento de agua contra incendios existente presenta varias no conformidades que a continuación se detallan. De la criticidad de los mismos, se dividen en cuestiones que implican que la sala de bombas no es válida, y las cuestiones que implican reparaciones en la sala en caso de que se desee mantener el equipo (en su mayor parte relacionadas con un problema de mantenimiento).

### CRITERIOS DE SUSTITUCIÓN DEL GRUPO:

- Las bombas tienen una capacidad nominal de aproximadamente la mitad de la demanda prevista para abastecer los nuevos sistemas de protección contra incendios propuestos.

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y MANTENIMIENTO:

- Prueba del grupo:



Durante la visita de inspección se realizó una prueba real de descarga de las dos bombas principales, con la jockey parada y abriendo en circuito de pruebas cada bomba para sacar la curva real de descarga, con los siguientes resultados:

- La bomba diésel llega a proporcionar aproximadamente un 125% del caudal nominal siendo requerido un 150%.
- La bomba eléctrica se cae completamente no llegando ni siquiera al 50% del caudal nominal, y no dando ni un 80% de la presión demandada en este punto. El arranque se intenta por varias veces con el mismo resultado. La bomba está averiada.
- Numerosas válvulas de la sala fugan por asiento. Hay una fuga importante en el circuito de pruebas.

En cualquier caso, la realización de esta prueba implica que actualmente no se está haciendo el mantenimiento adecuado conforme a normativa en el grupo contra incendios, no pasando del simple arranque de las bombas sin realizar la recirculación de agua en el circuito.

#### CONCLUSIONES:

Los sistemas actualmente existentes en la Planta no están dimensionados ni capacitados para asumir las demandas de caudal y presión de prácticamente ningún sistema de seguridad contra incendios proyectado, con excepción de uso de la red para medios manuales.

Por tanto se diseña una adecuación de la red existente consistente en los siguientes items:

- Bombas de presión de 700 m<sup>3</sup>/h @ 10 bar de capacidad nominal.
- Sistema de dosificación de espumógeno variable de 4.000 l/min de capacidad nominal y una reserva de espumógeno de al menos la misma cantidad de litros.
- Modificación parcial de tramos de la red existente para abastecimiento de agua contra incendios.
- Ampliación de la dotación de medios manuales, abastecidos desde la red existente.
- Nueva red de distribución y abastecimiento de los sistemas de extinción por espuma



## 10.3. BOMBAS CONTRA INCENDIOS

### 10.3.1. DETALLES DE DISEÑO

Se proyecta la ejecución de una instalación de grupo de presión, formado por una bomba principal diesel de capacidad nominal 700 m<sup>3</sup>/h - 11.670 l/min @10 bar., y una bomba auxiliar jockey, según NFPA20, conforme a los siguientes requerimientos:

- La bomba principal, en este caso bomba diésel, debe estar diseñada teniendo en cuenta la situación hidráulicamente más desfavorable, esto es: Un caudal nominal de 700 m<sup>3</sup>/h = 11.670 l/min a 10 bar.
- Se utilizarán bombas centrífugas de una etapa para caudales mayores de 1892 l/min; Como es el caso de estudio. [Cap.4.1.2.2; NFPA 20]
- Para el dimensionamiento de las tuberías de succión (aspiración) y descarga (impulsión) tenemos que seguir el siguiente criterio: La tubería de succión debe dimensionarse de manera que, con las bombas funcionando al 150 por ciento de su capacidad nominal, la velocidad en la porción de la tubería de succión ubicada dentro de los 10 diámetros de tubería antes de la brida de succión de la bomba no supere los 15 pie/seg = 4.57 m/seg. De esta forma, evitamos la entrada de agua en régimen turbulento. [Cap.4.14.3.3; NFPA 20].

$$1.5 \cdot Q_{nom} = V \cdot S$$

$$\frac{1.5 \cdot 700 \left[ \frac{m^3}{s} \right]}{3600} = 4.57 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$D = 0.285 \text{ m} = 28.5 \text{ cm}$$

Siendo el diámetro normalizado en pulgadas más cercano 12 ". Por tanto, la tubería de succión y descarga tendrán un diámetro de 12" durante al menos 3 m antes de las respectivas bridas.

- Valvulería y accesorios de succión (aspiración).
  - Para las bombas que toman succión desde un abastecimiento de agua almacenada, debe colocarse una placa anti-vórtice en la entrada de la tubería de succión. [Cap. 4.14.10; NFPA 20].
  - En la tubería de succión debe instalarse una válvula de compuerta tipo vástago ascendente (OS&Y) listada. [Cap. 4.14.5; NFPA 20].
  - Debe conectarse un manómetro con reloj de no menos de 3.5 pulgadas (89 mm) de diámetro a la tubería de succión con una válvula para manómetro de 0.25 pulgadas (6 mm) nominales. [Cap. 4.10.2; NFPA 20].
- Valvulería y accesorios de descarga (impulsión).

- Un manómetro de presión con carátula no menor a 3,5 pulgadas (89 mm) debe conectarse cerca de la brida de descarga con una válvula para manómetro de 0.25 pulgadas (6 mm nominales). [Cap. 4.10.1; NFPA 20].
  - Todas las bombas deben contar con una válvula de alivio automática listada. Instalada en el lado de descarga y antes de la válvula de retención de descarga. [Cap. 4.11.1; NFPA 20].
  - Debe instalarse una válvula de retención listada indicadora de compuerta o tipo mariposa en el lado del sistema de protección contra incendios de la válvula de retención de descarga de la bomba. [Cap. 4.15.7; NFPA 20].
- Toda bomba principal irá acompañada de una bomba auxiliar jockey o mantenedora de presión.
- Debe instalarse una válvula de aislamiento en el lado de succión y una válvula de retención + válvula de aislamiento en el lado de descarga. [Cap. 4.25.5; NFPA 20].
  - El diseño del diámetro de la tubería se realiza de la misma manera que las tuberías de la bomba principal, teniendo en cuenta que la bomba jockey se diseña para un caudal nominal del 1% respecto a la bomba principal. Esto es, 70 m<sup>3</sup>/h.

$$Q_{jockey} = V \cdot S$$

$$\frac{70}{3600} \left[ \frac{m^3}{s} \right] = 4.57 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$D = 0.0736 \text{ m} = 7.36 \text{ cm}$$

Siendo el diámetro normalizado en pulgadas más cercano 2 ". Por tanto, la tubería de succión y descarga para la bomba jockey tendrán un diámetro de 2".

- Para el colector de pruebas, el diámetro de las tuberías se procede del mismo modo que las anteriores pero teniendo en cuenta el caudal nominal de la bomba principal. Se diseña con caudalímetro, válvulas de corte de mariposa, y enrutado en la misma línea de la aspiración principal hasta retorno al depósito de pruebas.

$$Q_{nom} = V \cdot S$$

$$\frac{700}{3600} \left[ \frac{m^3}{s} \right] = 4.57 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$D = 0.233 \text{ m} = 23.3 \text{ cm}$$

Siendo el diámetro normalizado en pulgadas más cercano 8 ". Por tanto, la tubería del colector de pruebas tendrá un diámetro de 8".

- La salida al colector principal de impulsión dispondrá de una válvula automática de ventosa de tipo trifuncional, para poder liberar y absorber las variaciones fuertes de presión que por acción del calor pueda llegar a sufrir la red expuesta a la intemperie (se considera que esta medida resulta más eficaz que el enterramiento de la red o su calorifugado).

A continuación, se muestra un esquema del proceso:

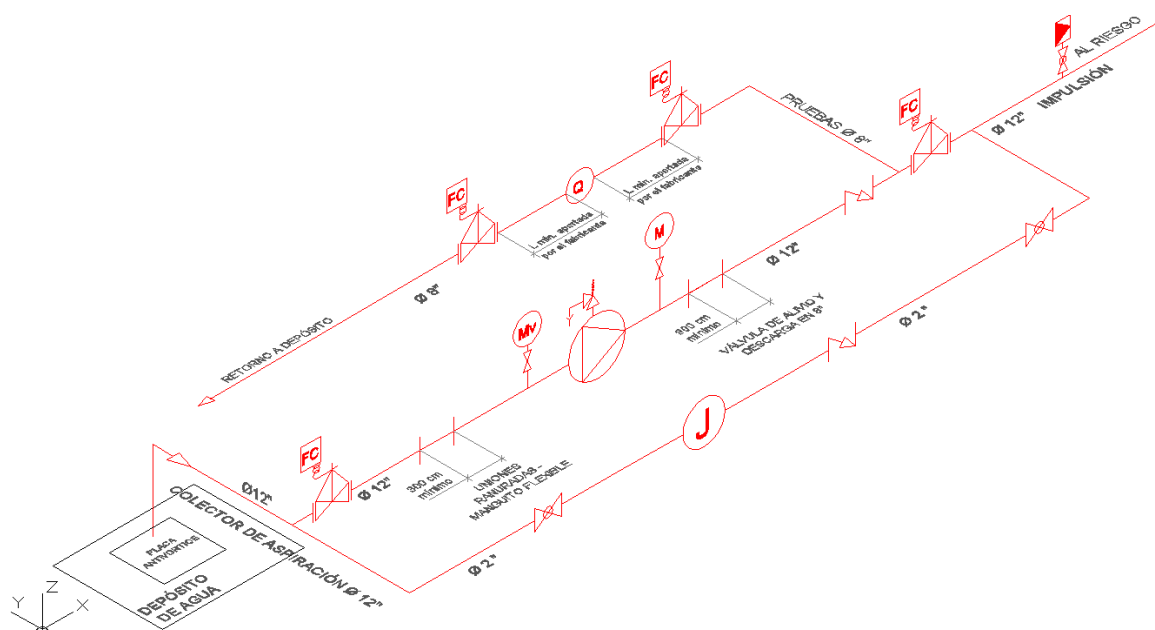


Figura 45: Esquema sala conexionado bombas.



#### ***10.4. DOSIFICACIÓN DE ESPUMÓGENO***

Se diseña un sistema de dosificación de espumógeno en el sistema, mediante un proporcionador de caudal variable volumétrico de tipo turbina hidráulica, dimensionado para una capacidad mínima de 4.000 l/min.

El espumógeno proyectado debe ser de tipo AFFF específico para hidrocarburos de larga durabilidad y dosificación al 3%.

El depósito de espumógeno debe ser de capacidad de 3.000 l.

Todos los equipos se ubican directamente en la sala de bombas y se acoplan en una acometida de impulsión específica de la red exclusiva para los sistemas de espuma, con varios puntos de seccionamiento con respecto a la acometida de impulsión de agua de la red normal, y un bypass para realización de lavados sobre la tubería de espuma.

#### ***10.5. ROCIADORES EN SALA***

Se diseña una malla de rociadores automáticos en sala, formado por un puesto de control simplificado, antirretorno, detector de flujo, válvula de seccionamiento de husillo dotada de final de carrera para supervisar su estado, y una malla en árbol de seis rociadores montantes K80 tarados a 141°C.

#### ***10.6. NUEVA SALA DE BOMBAS***

Las bombas se ubican en una sala de bombas de nueva ejecución, específicamente diseñada para este fin. La sala de PCI será de obra, apoyada en una única losa que sirve a la vez de cimentación y solera.

La caseta de bombas se hace con fábrica de ladrillo y carpintería metálica para puertas y rejillas. La caseta se techa con placas tipo sándwich aisladas, en posición capaz de evacuar agua.

La bomba se instala con bancada metálica suministrada con la misma bomba.

## ***10.7. NUEVOS MEDIOS MANUALES***

Desde la red existente actual, de agua, se realiza una ampliación de la misma para dar cobertura a una dotación de cuatro cañones monitores situados estratégicamente por la planta (se han distribuido en las cuatro demarcaciones perimetrales; norte, sur, este y oeste), para dar cobertura a los principales riesgos de la misma, de cara al control del posible incendio en cuanto a evitar su propagación a otras zonas de la planta. A tal fin se realiza una ampliación en picaje directo a la red existente, con acometidas de 4", hasta una base de hidrante monitor o cañón monitor de 4", con giro vertical y horizontal; y una lanza de descarga de alto caudal.

Cada una de estas acometidas incluirá una válvula de corte a pie de hidrante, de tipo OS&Y.

## ***10.8. MODIFICACIONES DE TRAMOS DE RED EXISTENTE***

A parte de la modificación de los principales colectores de aspiración, impulsión y retorno de pruebas de la sala de bombas, también debe considerarse la sustitución de un tramo de la red existente que incluirá desde la unión del abastecimiento principal (nueva sala de bombas) a la red existente hasta el final del colector de alimentación a los puestos de control de diluvio de los anillos de depósitos de parque de combustible.

Esta acometida se realiza en acero negro como el resto de la red presurizada con agua, en 10" y 8" según especificaciones.

Salvo este tramo de la red inicial, no se considera necesario sustituir ningún tramo más de la red existente.

## ***10.9. NUEVA RED PARA SISTEMA DE ESPUMA***

Desde la sala de bombas, se realiza una acometida directa y exclusiva para el abastecimiento de todos los sistemas de espuma.

Esta red es direccional en árbol, independiente del resto de la red.

Esta acometida se realiza en acero negro como el resto de la red presurizada con agua, en 12", 8" y 6" según especificaciones y planos.

NOTA: Los requerimientos y condiciones de diseño al respecto de la instalación de detección y alarma asociada (detector de flujo, presostato, etc.), se definen en su correspondiente apartado.



## 11. RESUMEN PRESUPUESTARIO

Resumen presupuestario		
Instalación de detección y alarma.	63.691,86 €	79.614,83 \$
Sistemas de extinción por agua.	69.257,80 €	86.572,25 \$
Sistemas de extinción por espuma.	253.503,84 €	316.879,80 \$
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios.	155.981,2 €	194.976,50 \$
Red exterior contra incendios.	52.730,40 €	65.913,00 \$
Instalaciones de agua nebulizada	77.180,54 €	96.475,68 \$
<b>TOTAL</b>	<b>672.345,64 €</b>	<b>840.432,06 \$</b>

Tabla 15: Resumen presupuestario

Nota 1: El presupuesto detallado se encuentra en el anexo II.

Nota 2: El paso de euros a dólares está realizado de manera que un euro corresponden a 1.25 dólares. Esto es debido a que el cambio de moneda se realiza con el valor de la fecha en la que se cerró el trato con el cliente, que es este caso corresponde a Octubre de 2014.



## **12. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Como se ha podido comprobar, la central no estaba bien equipada en caso de incendio. La central es anterior al año 2011 y hasta este año, los requerimientos eran muy básicos para este tipo de establecimiento.

Esta central es un claro elemento de riesgo, ya que reúne todos los posibles peligros juntos: riesgo eléctrico, riesgo de máquinas y riesgo de combustible. Algo positivo es que no hay demasiada gente trabajando en las zonas peligrosas, por lo que el estudio es menos delicado, ya que hay que tener principalmente en cuenta, salvar los materiales y maquinaria. No está en juego la vida de las personas.

El sector de la seguridad contra incendio es un área en desarrollo, y aún más en lugares como República Dominicana. Hasta ahora no se tenía consciencia de lo grave que puede resultar un incendio y de las horribles consecuencias que acarrea, por muy baja que sea la probabilidad de que ocurra.

Es necesario invertir en la seguridad contra incendios, porque, aunque en un principio la inversión que hay que realizar es grande, a largo plazo es un indispensable para la continuidad y seguridad del negocio.

Nuestra tarea como empresa consultora e ingeniería de contra incendios acaba en este desarrollo. Cabe destacar que se ha diseñado una solución con un nivel de seguridad adecuado, garantizando la protección de los trabajadores y la continuidad de las operaciones. No está basado únicamente en la aplicación estricta de las normas, si no en su interpretación y adaptación, con la deseable optimización económica.

El informe real ha sido enviado al responsable de la central para saber si es aceptado o quiere que se realicen algunas modificaciones.

Una vez que este informe se acepte, el siguiente paso es contratar una empresa instaladora, que realice la correspondiente oferta real, compre los materiales y realice el montaje del diseño propuesto. Posiblemente, alguna modificación tendrá que ser realizada también en esta fase, donde se pueden encontrar dificultades al llevar el informe a la práctica. Para estos casos, siempre el proyectista debe dar el visto bueno de los cambios.

Una vez terminada la instalación es necesario realizar un mantenimiento periódico de las instalaciones, pertinentes pruebas y revisiones que demuestren que el sistema funcionaría en caso de incendios. Es una de las principales particularidades que tiene este sector, que, por suerte, la mayoría de los sistemas contruidos no llegan a funcionar nunca, pero deben estar a punto para hacerlo en cualquier momento.

De estas actividades puede encargarse la misma empresa instaladora o puede recurrir a una empresa mantenedora, esto queda a criterio del cliente.



## 13. BIBLIOGRAFÍA

### **NORMATIVA TÉCNICA DE LA PROPIEDAD DE LA CENTRAL:**

- /Criterios de protección contra incendios en centros de generación por combustión. Ed b02; 10/07/2014
- Especificación técnica de protección contra incendios en sala técnicas, centros de control y mando, y salas electrónicas. Ed b02; 10/07/2014
- Criterios de protección contra incendios en salas de proceso de datos, comunicaciones y despacho de maniobra y control. Ed b02; 10/07/2014

### **NORMATIVA NACIONAL:**

- Reglamento para la seguridad y protección contra incendios. R-032. Decreto No. 85-11. Año 2011.

### **BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA:**

#### **CÓDIGOS DE DISEÑO:**

- NFPA 10 (2007). "Standard for Portable Fire Extinguishers".
- NFPA 11 (2005). "Standard for Low-, Medium-, and High- Expansion Foam".
- NFPA 13 (2007). "Standard for the Installation of Sprinklers Systems".
- NFPA 14 (2010). "Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems".
- NFPA 15 (2007). "Standard for the Installation of Water Spray Fixed Systems for Fire protection".
- NFPA 16 (2011). "Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems".
- NFPA 20 (2010). "Standard for the installation of stationary pumps for fire protection".
- NFPA 24 (2010). "Standard for the installation of private fire service mains and their appurtenances".
- NFPA 37 (2010). "Standard for the installation and use of stationary combustion engines and gas turbines".





- NFPA 70 (2010). "National electrical code".
- NFPA 72 (2007). "National Fire Alarm Code".
- NFPA 101 (2006). "Life safety Code".
- NFPA 704 (2006). "Standard systems for the identification of the hazards of materials for emergency response".
- NFPA 750 (2006). "Standard on Water Mist Fire Protection Systems".
- NFPA 850 (2010). "Recommended practice for fire protection for electric generating plants and high voltage direct current converter stations".
- NFPA 2001 (2014). "Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems".
- UNE 18245 (2010). Sistemas de rociadores automáticos: Diseño, instalación y mantenimiento.
- NORMATIVA AMERICANA API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE) (2005): Application of fixed water spray systems for fire protection in the petroleum and petrochemical industries.
- NTC 2050 (1998). "Código eléctrico colombiano"
- NTP 307 (2000). "Líquidos inflamables y combustibles"

## ANEXO I: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### 1) SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA

#### CENTRAL DE ALARMA

- **DEFINICIÓN:** Central de alarma, sistema modular, modelo EST3 de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.

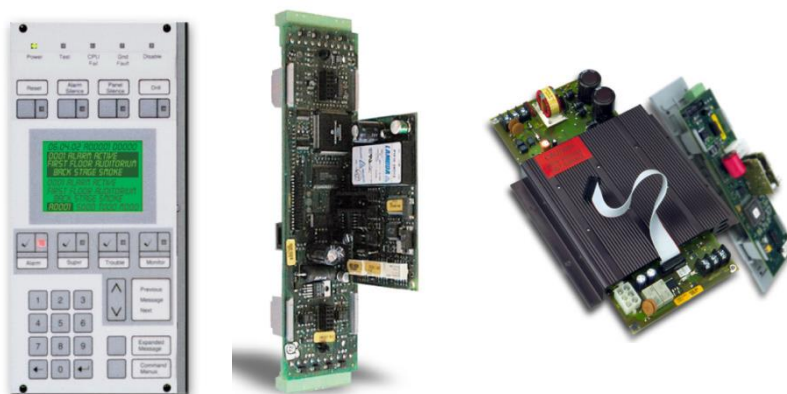


Figura 46: Detalle de display, de procesador central y módulo de alimentación.  
(Edwards. UTC Company).

- Sistema analógico compatible y diseñado conforme a cumplimiento de NFPA 72, para sistemas en clase A y clase B.
- Procesador central, con histórico de hasta 1000 eventos, posibilidad de contactos en clase C. Capacidad de hasta 5 controladores de lazo con dos lazos cada uno (10 lazos en total)
- Controlador de lazo, con capacidad para hasta dos lazos por controlador, completamente digital, con sistema de procesamiento individual en equipos y módulos. Cada lazo dispone de hasta 250 direcciones para sensores y 250 direcciones para módulos, con una disponibilidad.
- Incorpora salida a 12/24 Vdc y alimentación a 110/220 Vac.
- Display LCD completamente digital, integrado en la central de alarma, integrando como mínimo idioma español.
- Se especifica un repetidor de alarma, formado por un display que configura un panel remoto con display de visualización y un tablero de accionamiento, control y mando limitado por programación. Necesita alimentación 110 – 220 Vac.

## ***DETECTORES PUNTUALES ANALÓGICOS***

- **DEFINICIÓN:**
  - Detector de humo óptico analógico, con microprocesador de algoritmos individual, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.
  - Detector de calor analógico, con microprocesador de algoritmos individual, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.
  - Detector multisensor humo óptico analógico, con microprocesador de algoritmos individual, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.



**Figura 47: Detalle detector de humos. (Edwards. UTC Company).**

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - Direccionamiento electrónico automático.
  - Compensación ambiental, detección automática de fallas a tierra, detector de suciedad, y ajuste de sensibilidad día/noche automático.
  - Led indicador de estado bicolor.
  - Compatible y diseñado conforme a cumplimiento de NFPA 72, para sistemas en clase A, clase B y Clase C.
  - La sensibilidad definida en el sensor fotoeléctrico es de cinco rangos, entre 0,67 y 3,77% de oscurecimiento de cámara por pie.
  - La sensibilidad definida en el sensor de calor es doble, mediante un sensor termo-velocimétrico de variaciones de 9°C por minuto, y un sensor de temperatura de 57°C.
  - Los detectores duales “óptico – térmico” dispondrán de los dos sensores, con las tres tecnologías, fotoeléctrico, termo-velocimétrico y de temperatura.

## ***DETECTORES DE CALOR TIPO FENWAL***

- **DEFINICIÓN:**
  - Detector de calor por sonda térmica de termopar, para uso exterior industrial, de marca Fenwal u otra marca de reconocido prestigio y validada por la Dirección Facultativa



**Figura 48: Detector de calor tipo fenwal y carcasa tipo estanco. (Edwards. UTC Company).**

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - Rango de temperatura a redefinir con la Propiedad en el momento de la ejecución. Se propone el rango de temperatura de 88°C (190°F). Los detectores fenwal tienen un rango de variable para ajustar de entre más/menos 15°C (7-8°F)
  - La situación de los detectores se realizará teniendo en cuenta y considerando los materiales, equipos y similares que emitan o puedan emitir radiaciones térmicas, aire caliente o vapores, aunque prevalecerá la distribución óptima en cuanto a su cobertura geométrica.
  - La máxima distancia de separación del riesgo será de 1,50 m.
  - Todos los detectores fenwal instalados en exterior, dispondrán de guardacalor de dimensiones mínimas 200 x 300 mm.
  - La instalación (de la sonda), salvo justificación, será en horizontal.
  - NOTA: Los detectores fenwal están son elementos convencionales que repiten señal en módulos de entrada del sistema de detección y alarma,. Su interacción con protocolo del sistema de extinción automática será mediante programación, directamente a través de la central de incendios general

## DETECTORES DE LLAMA

- **DEFINICIÓN:** Detector de llama, con sensor combinado UL/IR (ultravioleta e infrarojo), válido para ambientes exteriores e interiores. Modelo S20/20ML de marca Notifier u otra marca de reconocido prestigio y validada por la Dirección Facultativa.



Figura 49: Detalle de un detector de llama (UV/IR) para montaje en exterior y soporte de acero inoxidable. (Edwards. UTC Company).

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - Dispone de sensor infrarrojo y sensor ultravioleta, y microprocesador para ofrecer lectura combinada.
  - Dispone de salida con relé para avería o alarma (conectadas a módulos de entrada), así como una salida direccional.
  - La cobertura es de 15 m. con un ángulo de 100º en horizontal y 100º en vertical.
  - Se suministra en carcasa estanca (propuesta de aluminio antideflagrante), ya que debe poder ser instalado tanto en ambientes exteriores como interiores.
  - Se suministra con un soporte articulado tipo rótula para enfocar el dispositivo adecuadamente. El soporte se ancla a elementos estructurales con tacos químicos (tipo HILTI o similar), y será galvanizado adecuado para ambientes marinos / salinos.

## **DETECTORES DE HUMO POR ASPIRACIÓN**

- **DEFINICIÓN:**
  - Detector de humo por aspiración, modelo ASD-160H de un único tubo de aspiración, de la marca Air Intelligence - Edwards (UTC Company) o equivalente.
  - Detector de humo por aspiración, modelo ASD-320 de dos tubos de aspiración, de la marca Air Intelligence - Edwards (UTC Company) o equivalente.



**Figura 50: Detalles de detector de humos por aspiración de un único tubo y de dos tubos. (Edwards. UTC Company)**

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - Detector óptico por cámara láser, con sistema de discriminación de polvo.
  - Rango de sensibilidad entre 0,0015% y 25% de obscurecimiento por metro.
  - Leds de indicador de estado en display en propio equipo.
  - Compatible y diseñado conforme a cumplimiento de NFPA 72, para sistemas en clase A, clase B y Clase C.
  - Longitud por tubo de 164 pies para el 160H
  - Longitud por tubo de 328 pies (en total) para el 320
  - Área de cobertura de 232 m<sup>2</sup> para el 160H
  - Área de cobertura de 929 m<sup>2</sup> para el 320

## ***ESTACIONES MANUALES DE ALARMA***

- **DEFINICIÓN:** Estación manual de alarma analógico, de tipo tirador simple, sobre pared o empotrado, con microprocesador de algoritmos individual, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.



**Figura 51: Pulsador manual de alarma. (Edwards. UTC Company).**

- Ocupa una dirección de lazo.
- Dispondrá de señales LED indicadores de estado y de señal analógica.
- Dispondrán de texto en español y serán de color rojo.
- Compatible y diseñado conforme a cumplimiento de NFPA 72, para sistemas en clase A, clase B y Clase C.

## ***SIRENAS DE ALARMA CON ESTROBO***

- **DEFINICIÓN:** Sirenas de alarma acústicas con estrobo luminoso, sobre pared o en techo, convencional alimentada desde un módulo de señal de control (una salida) de paso de 12-24 Vdc, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.



**Figura 52: Sirena de alarma con estrobo. (Edwards. UTC Company).**

- Se conecta mediante un módulo de señal de control de una salida, ocupando una dirección del lazo. El módulo repite señal con la central de alarma, y deja pasar los 12-24 Vdc de alimentación al equipo.
- Serán de color rojo (preferiblemente).
- Compatible y diseñado conforme a cumplimiento de NFPA 72, para sistemas en clase A, clase B y Clase C.
- Selector de modo de sonido en modo alto o bajo.
- Selector de modo de iluminación por candelas en el estrobo.
- Estrobo como flash en varios rangos de periodo.
- Conectividad de varios equipos a través de un único módulo de señal en serie.



## MÓDULOS DE SEÑAL

- DEFINICIÓN:
  - Módulo monitor de una o dos entradas (input), de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.
  - Módulo de control de 12-24 Vdc (input), para sirenas, estrobos y similares, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.
  - Módulo de control de relé (input), para equipos con contactos secos libres de tensión, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.



**Figura 53: Detalle de varios módulos de señal.  
(Edwards. UTC Company).**

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
  - Módulos de entrada disponibles para una o dos entradas.
  - Módulos de control 12-24 Vdc para sirenas, de tipo corte y suministro del equipo.
  - Módulos de control de relé para conexión a equipos mediante relé o contacto libre de tensión, actuaciones en equipos, maniobras, arranques o paradas. Se puede disponer para sensores en modo normalmente abierto o normalmente cerrado (NA/NC). Requiere alimentación 12-24 Vdc.
  - Incorpora LED para indicación de estado del módulo.

## **DISPOSITIVOS DE AVISO Y MANDO**

- **DEFINICIÓN:**
  - Estación manual de disparo de sistemas de extinción, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.
  - Pulsador de inhibición de disparo de sistemas de extinción, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.
  - Interruptor de llave de desconexión de sistemas de extinción, de la marca Edwards (UTC Company) o equivalente.



**Figura 54: Detalles de pulsador manual de disparo, maneta de desconexión del sistema y pulsador de inhibición. (Edwards. UTC Company).**

- El pulsador manual de disparo es convencional de relé para contacto seco, integrado en Clase C con el módulo integrador. Se prevé la instalación en serie con el controlador de varios equipos. La actuación será de doble tiempo (dos palancas).
- El dispositivo de corte y desconexión del sistema será de llave, de tipo que una vez girada la maneta la llave no pueda sacarse (para rápida puesta en marcha en caso de alarma)
- El pulsador de inhibición de disparo actúa bloqueando electrónicamente el circuito de disparo una vez se inicia el tiempo de seguridad para la descarga. El botón deberá mantenerse pulsador al menos dos segundos.
- Estarán perfectamente identificados, en español, con carteles informáticos en la posición de su instalación.
- Compatible y diseñado conforme a cumplimiento de NFPA 72, para sistemas en clase A, clase B y Clase C.

## ***CABLE DE DETECCIÓN Y ALARMA***

Los cables utilizados en el sistema de alarma de incendios deberán ser del tipo no propagador del incendio y libre de halógenos debiendo satisfacer además los requisitos especificados por el fabricante del sistema de detección y alarma de incendios, prestando especial atención a la capacidad de carga y a la atenuación de las señales de datos.

El cableado del lazo de detección estará compuesto por un par trenzado y apantallado de aprox. 20-40 vueltas por metro, con funda de color rojo, sección 1,5 mm<sup>2</sup>, y una resistencia máxima por total del bucle de 40 Ohm y 0,5 uF, de capacidad sin carga en el lazo (si las especificaciones del tipo de cableado recomendado por el fabricante del sistema difieren de las indicadas, deberá ser justificado por el contratista mediante documento válido aportado por el fabricante).

Los cables del bus o lazo (SLC) de comunicaciones irán protegidos con funda, que será de color rojo para diferenciarla del resto de los cables utilizados en otras instalaciones.

## ***CABLE DE ALIMENTACIÓN 12-24 Vdc***

Tendrá las siguientes características:

- Cable eléctrico convencional de alimentación eléctrica continua.
- Sección mínima 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Entrada y salida a circuitos de fuentes de alimentación filtrada y regulada.
- Máximo 3,0 A por circuito en fuentes de alimentación.

## ***CANALIZACIÓN DE CABLE DE DETECCIÓN Y ALARMA (SLC)***

Como norma general, y en validación por parte de la Dirección Técnica de la adecuación de cableados y/o canalizaciones existentes, la configuración será la siguiente:

- En canalizaciones flexibles de tipo forroplás o equivalente, o expuestos, sobre la superficie de los cielorasos cuando haya falso techo, y en paredes ocultas o espacios ocultos, firmemente amarrados y sin holguras a la superficie a anclar, y con todas las terminaciones y conexiones protegidas contra los posibles daños mecánicos en cajas adecuadas al efecto.
- En canalizaciones metálicas mediante tubo conduit rígido no metálico.
- Bajo tubo conduit rígido metálico en todos los casos donde el cable esté comprometido de sufrir contacto o daño mecánico o sea inaccesible en condiciones normales de mantenimiento.



Debe valorarse que toda la canalización y soportación de equipos y conducciones debe llevarse a cabo con las normas de buena práctica definidas por la actividad sísmica conforme a la normativa local vigente.

Toda la canalización instalada expuesta a la intemperie, debe disponer del adecuado tratamiento para resistir la corrosión en ambiente marino / salino.

### ***CANALIZACIONES DE ALIMENTACIÓN 12-24 VDC***

Como norma general, y en validación por parte de la Dirección Técnica de la adecuación de cableados y/o canalizaciones existentes, la configuración será la misma que en el caso del cable de detección y alarma.

En cualquier caso, la alimentación siempre será canalizada de manera independiente al cable de detección y alarma.

Toda la canalización instalada expuesta a la intemperie, debe disponer del adecuado tratamiento para resistir la corrosión en ambiente marino / salino.

### ***CABLE DE ALIMENTACIÓN 110-220 Vac Y CANALIZACIÓN***

Para esta instalación se seguirán todos los requerimientos necesarios conforme a la reglamentación eléctrica nacional.

## ***2) SISTEMAS DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICA POR AGUA/ESPUMA***

### ***TUBERÍA DE ACERO***

La tubería de los sistemas proyectados será en su totalidad de acero negro con o sin soldadura, excepto en los tramos de instalaciones aguas debajo de las válvulas de control que serán normalmente secos.

- La tubería de distribución deberá ser de calidad ST.33.2 o galvanizada de idénticas características, para diámetros de DN100 e inferiores; según norma UNE –EN - 10255
- La tubería de distribución deberá ser de calidad ST.33.2 o galvanizada de idénticas características para diámetros de DN150 y superiores; según norma UNE –EN – 10216.
- El acero será estirado con soldadura, con certificado de fabricación / procedencia.
- Toda la tubería no enterrada de acero igual o inferior a 6" debe tener un espesor mínimo según norma ISO 65M.

La soportación cumplirá las especificaciones de la norma UNE 12845

### ***PUESTOS DE CONTROL. SISTEMA DE DILUVIO***

- DEFINICIÓN:
  - Puesto de control de DILUVIO. Para sistemas de agua pulverizada y sistemas de espuma.



Figura 55: Puesto de control de diluvio. (Victaulic).



- MARCA Y MODELO:
  - MARCA VICTAULIC. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Facultativa.
  
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
  - La válvula dispondrá de microswicht de estado de la válvula.
  - Las válvulas serán de tipo roscado o embreado. Estarán dotadas de un manómetro aguas arriba y aguas debajo de la válvula.
  - El puesto de control estará también equipado con todos los accesorios de control y alarma diseñados y montados por el fabricante de la válvula y serán como mínimo:
    - 2 manómetros
    - 1 válvula de drenaje
    - 1 línea de alarma y prueba.
    - 1 presostato.
    - 1 conjunto de línea de drenaje.
  - Además se equipará de la siguiente manera y en las siguientes calidades:
    - Válvula de diluvio/preacción, aprobada FM/UL ó Vds, con trim completo, incluida válvula solenoide, presostato, gong de alarma, incluida válvula de drenaje conducidos hasta arqueta más próxima.
    - Manómetros de glicerina
    - Válvula de drenaje automático

## ***VÁLVULA DE CONTROL CAÑÓN MONITOR***

- **DEFINICIÓN:**

- Válvula de control remoto de cañón monitor y activación automática por válvula solenoide.

- **MARCA Y MODELO:**

- MARCA Bermad o equivalente. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas (solo válvulas específicamente diseñadas para control de cañones monitores).



**Figura 56: Detalle de un modelo  
FP400E-3x E control de cañones  
monitores. (Bermad).**

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

- Válvula de diluvio actuada por solenoide para cañones monitores, en 4".
- El esquema de funcionamiento de la válvula es hidráulico una vez actúa la válvula solenoide, de manera que no requiere alimentación eléctrica externa.
- Cuerpo en acero al carbono o acero inoxidable (según requerimientos de corrosión). Accesorios de control y piping de bronce y acero inoxidable
- Presión de trabajo 16 bar.
- Serán de acoplamiento embrizado, adecuado para la acometida a instalar.

## ***VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO TIPO OS&Y***

- **DEFINICIÓN:**

- Válvula de seccionamiento: Compuerta de husillo ascendente. Para seccionamiento de la red en arquetas de seccionamiento, entradas y salidas de red, puestos de control de rociadores y sala de bombas.

- **MARCA Y MODELO:**

- MARCA VIKING o equivalente. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas.



**Figura 57: Válvula de tipo husillo ascendente. (Viking).**

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

- El husillo será de acero inoxidable ranurado en fábrica. Se instalará lubricado.
- Serán de acoplamiento embridado, adecuado para la acometida a instalar.
- Dispondrá de dispositivo de final de carrera. Las ubicadas en arquetas no dispondrán de dicho dispositivo.



## **VÁLVULA DE MARIPOSA MONITORIZADA**

- **DEFINICIÓN:**

- Válvula de control, tipo mariposa, con dispositivo para monitorización. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas.

- **MARCA Y MODELO:**

- MARCA VICTAULIC o equivalente. El modelo deberá atenerse a las especificaciones técnicas consideradas y al diámetro de la acometida a instalar.



**Figura 58: Válvula de mariposa monitorizada. (Victaulic).**

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

- Será de tipo monitorizada.
- Serán de acoplamiento ranurado o embridado.
- El cierre se realizará mediante volante, con indicador de posición y dirección de cierre. La válvula incorporará desmultiplicador para evitar golpe de ariete. Se suministrará con cadena de seguridad.

## ***VÁLVULA DE RETENCIÓN***

- **DEFINICIÓN:**
  - Válvula de retención. Para ubicación en puestos de control (rociadores y otros sistemas).
- **MARCA Y MODELO:**
  - MARCA VICTAULIC o equivalente. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas.



**Figura 59: Válvula de retención (Victaulic).**

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - Será de tipo clapeta oscilante.
  - Serán de acoplamiento embridado y diámetro adecuado para la acometida a instalar.

## ***PRESOSTATO***

- **DEFINICIÓN:**
  - Presostato. Para instalación en todos los sistemas para control por presión en tubería.
- **MARCA Y MODELO:**
  - MARCA Viking, Tyco o equivalente (prevalecerán MARCAS de sistemas contra incendios sobre MARCAS de sistemas de detección y alarma, MARCA POTTER o equivalente). Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas.



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- Estará dotado de conexiones para monitorizar el dispositivo, por lo menos para marcar paso de flujo.
- Dispondrá de un grado de estanqueidad IP45
- Serán de diámetro adecuado para la acometida a instalar.

### ***DETECTOR DE FLUJO***

- DEFINICIÓN:

Detector de flujo. Para instalación en puntos de control de paso de caudal.

- MARCA Y MODELO:

MARCA Viking, Tyco o equivalente (prevalecerán MARCAS de sistemas contra incendios sobre MARCAS de sistemas de detección y alarma, MARCA POTTER o equivalente). Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas.

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- Estará dotado de conexiones para monitorizar el dispositivo, por lo menos para marcar paso de flujo.
- Dispondrá de un grado de estanqueidad IP45
- Serán de diámetro adecuado para la acometida a instalar.

### **3) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTO: EQUIPOS DE AGUA:**

#### **CAÑÓN MONITOR**

- DEFINICIÓN:
  - Cañón Monitor bidireccional con mando por volante

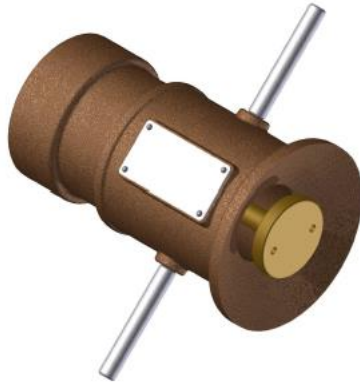


**Figura 60: Detalle de monitor para equipos de agua. (Sabo Española).**

- MARCA Y MODELO:
  - Modelo KOBRA de MARCA Sabo. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
  - Monitor de 4", con rotación completa en las dos direcciones, y mandos de volante. Limitación de caudal de 7.000 l/min.
  - Cuerpo en acero inoxidable, rótulas de acero inoxidable, y esferas de bronce en baño de aceite (unidad auto-oscilante) con engrasador (monitor).
  - Presión nominal 16 bar.
  - Bridas DN100 – o acoples para uniones ranuradas en DN100.

## ***LANZA DE AGUA PARA MONITOR***

- **DEFINICIÓN:**
  - Lanza para cañones de monitor de descarga de agua.



**Figura 61: Lanza de agua para cañones monitores. (Sabo Española).**

- **MARCA Y MODELO:**
  - Modelo Firex de bronce de marca SABO. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - Caudal de lanza entre 1.000 y 3.000 l/min, en función de presión y alcances.  
  
Con el rango de 2.000 l/min a 7 bar, los alcances son de 55 m. a chorro lleno, de 35 m. con abertura a 30º, y de 25 m. con abertura de 60º.
  - Cuerpo de bronce, y difusores en acero inox.

## ***ROCIADORES (PARA SALA DE BOMBAS Y GALERÍA DE MOTORES)***

- **DEFINICIÓN:**

- Rociador automático de cuerpo de bronce, colgante o montante, de factor K80 (sala de bombas) y K60 (galerías de sala de máquinas), y temperatura 68°C (rojo).



**Figura 62: Rociador K80. (Viking).**

- **MARCA Y MODELO:**

- MARCA Viking. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.

## ***BOQUILLA DE AGUA PULVERIZADA***

- **DEFINICIÓN:**

- Boquilla de agua pulverizada, en factor K y ángulo de descarga según especificado en cálculos y medición, para anillos de refrigeración en depósitos.



**Figura 63: Boquilla para agua pulverizada. (Viking).**

**MARCA Y MODELO:**

- Modelo E de la MARCA Viking. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.

#### 4) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTO: EQUIPOS DE ESPUMA:

##### CAÑÓN MONITOR CON TRUBINA DE AUTO-OSCILACIÓN

- DEFINICIÓN:
  - Cañón Monitor bidireccional con mando por volante y turbina hidráulica de auto-oscilación.

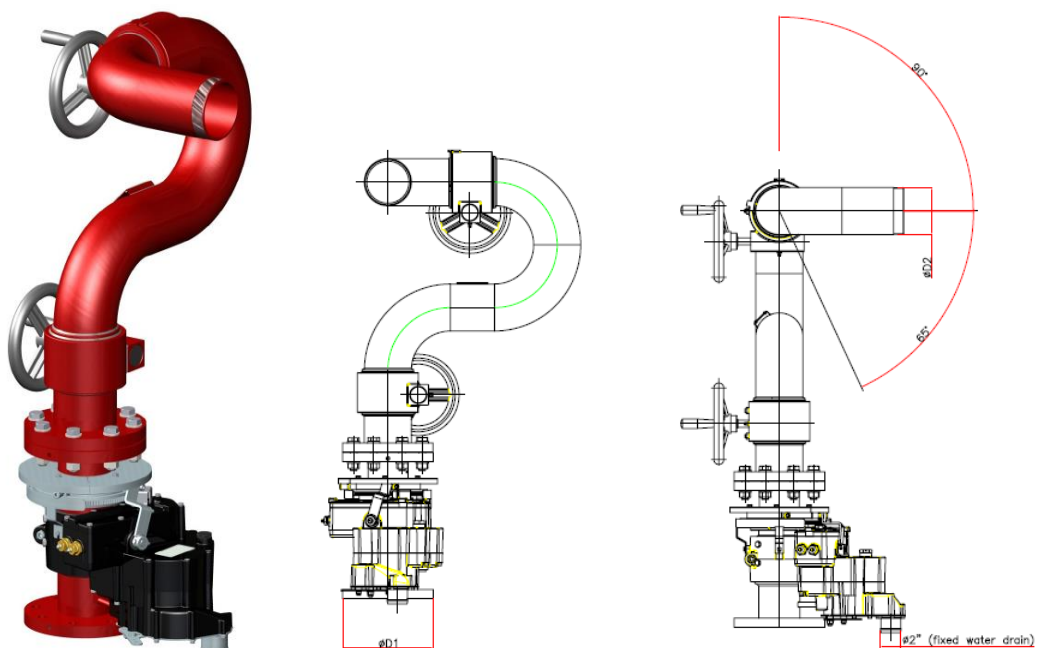


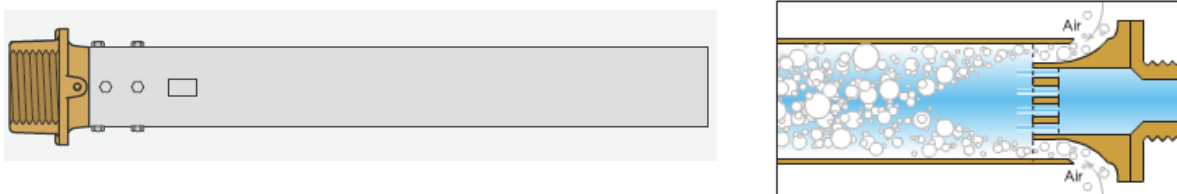
Figura 64: Detalle del modelo de monitor especificado, con unidad de auto-oscilación incorporada. dch. vista y alzado del equipo y ángulos de cobertura en inclinación vertical. (Sabo Española)

- MARCA Y MODELO:
  - Modelo KOBRA de MARCA Sabo. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
  - Monitor de 4", con rotación completa en las dos direcciones, y mandos de volante. Limitación de caudal de 7.000 l/min.
  - Cuerpo en acero inoxidable, rótulas de acero inoxidable, y esferas de bronce en baño de aceite (unidad auto-oscilante) con engrasador (monitor).

- Presión nominal 16 bar.
- Bridas DN100 – o acoples para uniones ranuradas en DN100.
- Unidad auto-oscilante:
  - Turbina Pelton, de accionamiento hidráulico.
  - Presión mínima de funcionamiento de la unidad auto-oscilante 2,50 bar.
  - Consumo de 30 l/min aprox. (a 7 bar.)
  - Angulo de rotación regulable entre 15 y 360º.

### ***LANZA AUTO-ASPIRANTE DE ESPUMA PARA MONITOR***

- DEFINICIÓN:
  - Lanza auto-aspirante para cañones de monitor de descarga de espuma de baja o media expansión.



**Figura 65: Detalle de lanza de espuma auto-aspirante para cañones monitores y esquema de funcionamiento para formación de espuma. (Angus Fire).**

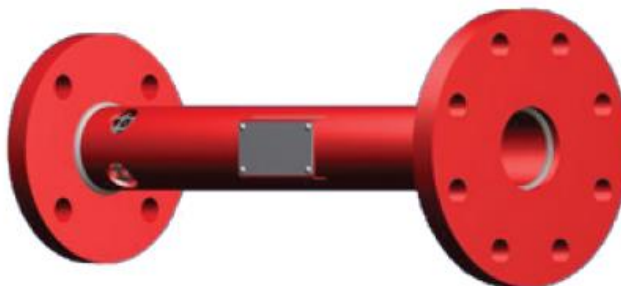
- MARCA Y MODELO:
  - Modelo Titan de Marca Angus Fire. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
  - Caudal nominal de 1.200 l/min a 7 bar.
  - Alcance máximo a 32º de inclinación, de chorro lleno de espuma, de 31 m. a 6 bar., y de 52 m. a 12 bar.
  - Dispositivo de auto-aspiración de aire en 25 mm. reforzado con PVC flexible.
  - Cuerpo en acero inoxidable.



## ***GENERADOR DE ESPUMA PARA VERTEDERAS FIJAS***

- **DEFINICIÓN:**

- Generador de espuma auto-aspirante para vertederas fijas de cubetos y diques.



**Figura 66: Detalle de vertedera de espuma fija para diques y cubetos, con conexión bridada. (Sabo Española).**

- **MARCA Y MODELO:**

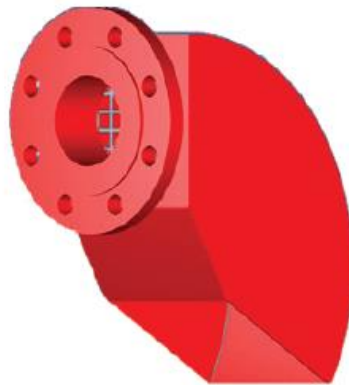
- Modelo SE-LF de marca SABO. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

- Modelos de caudal nominal para 400 y 600 l/min. (según el dique correspondiente).
- Relación mínima de expansión de 1:5 a 5 bar.
- Proporcionador de espuma, de diámetro en relación con el generador correspondiente, y el caudal necesario por cada Dique (ver cálculos hidráulicos).
- Cuerpo en acero al carbono y pintura epoxi exterior.

## **VERTEDERAS DE ESPUMA**

- **DEFINICIÓN:**
  - Vertederas de espuma de tipo fijo, para cubetos y diques.



**Figura 67: Detalle de vertedera de espuma fija para diques y cubetos, con conexión bridada. (Sabo Española).**

- **MARCA Y MODELO:**
  - Modelo SE-VF de marca SABO. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - Vertedera de espuma, de diámetro en relación con el generador correspondiente.
  - Cuerpo en acero al carbono y pintura epoxi exterior.
  - Unión bridada.

## ***DOSIFICADOR VOLUMÉTRICO DE CAUDAL VARIABLE***

- **DEFINICIÓN:**
  - Dosificador volumétrico de espumógeno, para caudal variable, mediante turbina hidráulica tipo FireDos.



**Figura 68: Dosificador FIREDOS 2500. (Sabo Española).**

- **MARCA Y MODELO:**
  - MARCA Sabo. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - Capacidad nominal de 4.000 l/min.
  - Presión nominal 16 bar.
  - Bridas o acoples para uniones ranuradas.
  - Capacidad para disponer dosificación en 1, 3 y 6%.
  - Se instala con piping de limpieza, prueba sin descarga de espumógeno y suministro al sistema.
  - La pérdida de carga oscila entre 0,45 y 1,50 bar entre un caudal de 500 a 4.000 l/min (caudal mínimo de dosificación en 500 l/min).

## ***ESPUMÓGENO***

- DEFINICIÓN: Espumógeno AFFF, para baja y media expansión, al 3%, para hidrocarburos.



**Figura 69: Ejemplo espumógeno actuando. (Sabo Española).**

- MARCA Y MODELO:
  - Modelo Hydral 3 Plus de MARCA Sabo. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
  - Definido para fuegos de clase A y B.
  - Ratio de expansión de admisión del 3%.
  - Temperatura óptica de trabajo en el entorno de -2°C y +60°C.
  - Ratio de expansión mayor o igual a 8.

## ***DEPÓSITO DE ESPUMÓGENO***

- **DEFINICIÓN:**
  - Depósito específico de espumógeno para interior de polipropileno



**Figura 70: Depósito  
espumógeno. (Sabo Española).**

- **MARCA Y MODELO:**
  - Modelo SE-A de MARCA Sabo. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - Capacidad para 4.000 l.
  - Fabricado en polipropileno de alta calidad.
  - Incluye nivel de depósito, tapa de registro, respiradero y conexiones de entrada y llenado con válvulas y racores practicables.

## ***BOQUILLA DE BAJA EXPANSIÓN***

- DEFINICIÓN:
  - Boquilla rociadora auto-aspirante de espuma de baja expansión.



**Figura 71: Boquilla de baja expansión. (Sabo Española).**

- MARCA Y MODELO:
  - Modelo SE-UAS de Marca Sabo. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
  - Cuerpo de bronce. Modelo de instalación colgante.
  - Factor K 41,2, para trabajo entre 3 y 7 bar.
  - Ratio de expansión a 3 bar de 1:7

## ***BOQUILLA DE MEDIA EXPANSIÓN***

- DEFINICIÓN:
  - Boquilla rociadora auto-aspirante de espuma de media expansión.



**Figura 72: Boquilla de media expansión.  
(Sabo Española).**

- MARCA Y MODELO:
  - Modelo SE-UME de Marca Sabo. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
  - Cuerpo de bronce. Modelo de instalación colgante.
  - Factor K 27, para trabajo entre 3 y 5 bar.
  - Ratio de expansión a 3 bar de 1:60

### ***SPRINKLER DE AGUA ESPUMA***

- **DEFINICIÓN:**
  - Rociador automático direccionable, para descarga de diluvio, de agua pulverizada y agua espuma, suministrado abierto



**Figura 73: Sprinkler de agua-espuma. (Viking).**

- **MARCA Y MODELO:**
  - Boquilla tipo M, de Marca Viking. Se admitirán otros modelos que satisfagan las mismas características técnicas aquí descritas, bajo autorización de la Dirección Técnica.



## ***GRUPO DE PRESIÓN CONTRA INCENDIOS***

- **DEFINICIÓN:**
  - Grupo de presión contra incendios, de aspiración positiva, formado por una motobomba principal, de motor diesel, y bomba auxiliar jockey, según norma NFPA20, de capacidad nominal 600 m<sup>3</sup>/h (10.000 l/min) a 10 bar.



**Figura 74: Detalle de una motobomba de motor diésel nfpa 20 en bancada de monobloque para uso contra incendios**

- **MARCA Y MODELO:**
  - No se especifica marca. No obstante, el equipo a suministrar así como los componentes del montaje final, deben ser probados y validados por la Dirección Facultativa previamente a su montaje.
- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
  - El grupo incluirá todos los accesorios, presostatos, manómetros, conexiones, cuadros de alertas y otros, requeridos por norma, así como los señalados en el documento de memoria y planos, y los requeridos por la Dirección Facultativa.
  - El grupo será suministrado preferentemente del tipo monobloque pre-montado en bancada metálica (y re-nivelado en obra), siempre y cuando se respeten las equipaciones y accesorios proyectados así como las dimensiones definidas (incluso si es necesario modificar las partes pre-ensambladas del monobloque, por ejemplo, cuadros y baterías fuera de bancada, tipología de válvulas, etc.).

- En general:
  - El grupo principal estará formado por un equipo principal simple de motor diesel, capaz de proporcionar los caudales y presiones necesarias para el correcto funcionamiento de las instalaciones hidráulicas de PCI.
  - El grupo auxiliar estará formado por una bomba jockey conforme al equipo principal suministrado. La bomba auxiliar será suministrado por el mismo fabricante que el grupo principal.
  - La tubería de aspiración, tendrá su propia sustentación y no transmitirá tensiones a la brida de la bomba. Cada bomba tendrá su propia tubería de aspiración. Ésta tubería incluirá una placa de tipo anti-vórtice en el depósito de agua.

Esta tubería se debe abastecer desde el depósito existente con lo que deben adecuarse tal acometida de manera independiente al sistema actual (vaciado del depósito, obra en interior de depósito, etc.)

- Se instalará una válvula de compuerta con el objeto de poder aislar la bomba cuando así sea requerido. Serán de homologadas FM.
- En la aspiración de las bombas principales, se instalará un carrete antivibratorio o junta tipo victaulic antivibraciones formado por un tramo de tubería de al menos 50 cm y dos uniones flexibles, homologadas FM.
- La tubería de impulsión. Tendrá su propia fijación y no transmitirá tensiones a la brida de la bomba y estará perfectamente sujeta y anclada para resistir el empuje hidráulico y un eventual golpe de ariete. Cada línea de impulsión deberá cumplir lo siguiente:
  - Se instalará justo en la impulsión de la bomba una válvula de seguridad, en bronce, con escape conducido al drenaje y tarada a la presión correspondiente a  $Q=0$  y que cierre a la presión nominal, admitiéndose una tolerancia para la operación de cierre del  $\pm 10\%$ .
  - Se instalará una válvula de retención de doble clapeta, que proteja la bomba de posibles golpes de ariete que normalmente se producen en las paradas, el cual puede reventar el cuerpo de la bomba.
  - Se instalará una válvula de seccionamiento tipo OS&Y con desmultiplicador, tras la válvula de retención, para poder aislar la tubería de impulsión en caso de desmontar la bomba / o pruebas.
  - Llevará un circuito de pruebas con una válvula de regulación del caudal de tipo OS&Y con desmultiplicador aprobada para uso contra incendios. El caudalímetro permitirá probar cada bomba, manteniendo en servicio la otra.



- Las salidas desde las bombas se fijarán mediante conos concéntricos.
- Los controladores cumplirán rigurosamente la Norma NFPA20, incluso cuadro de controlador de presostatos de disparo y control.
- El grupo debe considerar la instalación en la impulsión de un colector común, donde se instalaran todas las acometidas previstas, entre otros:
  - Salida para toma de bomberos en fachada de la propia sala de PCI.
  - Salida del sistema simplificado de rociadores automáticos en sala.
  - Salida a red de incendios, que conectará con la red de agua existente.
  - Salida a acometida de espumante.
- Debe considerarse también la actuación de una nueva acometida de aspiración al depósito existente, conforme a las especificaciones de diseño.
- Dentro de la sala de bombas se debe considerar la instalación de una válvula de liberación de presión de tipo ventosa (trifuncional), para absorber posibles incrementos importantes de presión que pudieran tener lugar por el calentamiento del agua en la red de acero expuesta a la intemperie.

## 5) SISTEMAS DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICA POR AGUA NEBULIZADA

### SISTEMA MODULAR DE AGUA NEBULIZADA A ALTA PRESIÓN

- DEFINICIÓN:

- Sistema de extinción automática por agua nebulizada de alta presión modular, formado por una batería de cilindros modulares de agua (agente extintor) y nitrógeno (agente impulsor), para dos criterios de control de incendio:

/ Control, modo de control (tubería húmeda, boquillas cerradas tipo sprinklers), para recinto clasificado como riesgo ordinario 1 (sala de interruptores).

NOTA: La sala de control se considera riesgo ligero, inferior en cualquier caso al RO1, por tanto, más favorable.

NOTA: Los ambientes de falso suelo y falso techo en la sala de interruptores se consideran dentro del mismo nivel de riesgo y en cualquier caso, que se produzca una descarga del sistema.

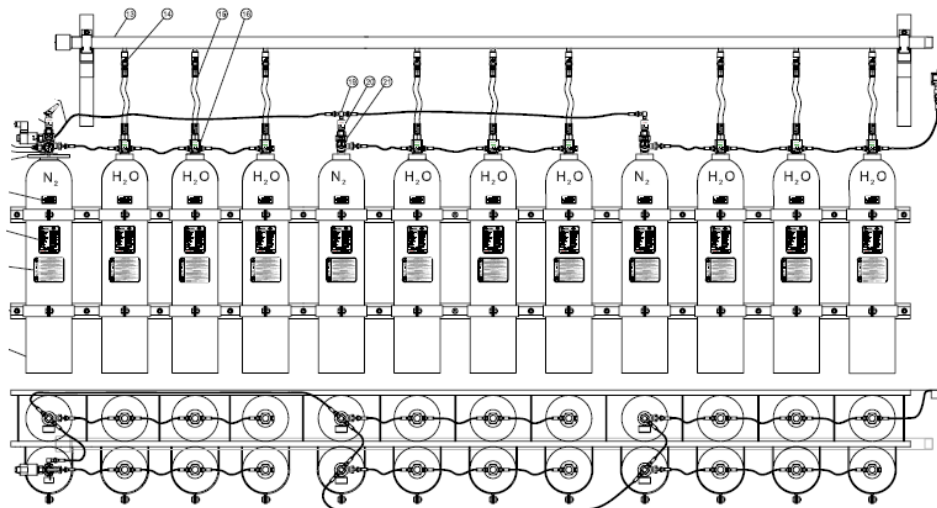


Figura 75: Diagrama de batería de cilindros con 6 botellas de N<sub>2</sub>y 18 botellas de agua.

- MARCA Y MODELO:

- Los sistemas proyectados son equipos de MARCA SIEX. Otras marcas son permitidas siempre que se acredite la documentación correspondiente de homologación de sistemas, se avalen con cálculos y diseños de los sistemas proyectados, y tengan el correspondiente visto bueno por parte de la Dirección Facultativa y la Propiedad.

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- El equipo de bombeo será accionado por gas a presión y será diseñado para suministrar a alta presión la mezcla de agua/nitrógeno o agua/aire a los riesgos protegidos.
- El funcionamiento del sistema no requerirá de energía eléctrica. Únicamente será utilizada para el control, supervisión y señalización de la activación del mismo.
- El sistema básico comprenderá los siguientes elementos principales:
  - Batería de botellas de agua y nitrógeno, en cilindros de 80 litros de capacidad.
  - Válvulas pilotos y esclavas para los cilindros de gas.
  - Actuadores.
  - Válvula de control direccional (solo para el caso de la solución de descarga en modo diluvio).
  - Válvulas anti-retorno y válvulas de corte (seccionamiento).
  - Reguladores de presión de gas para la válvula de control.

NOTA: Todos los elementos que formen parte del sistema de agua nebulizada, especialmente válvulas, deben ser específicos para tal fin, y de la misma marca que la empleada para el sistema de presión y las boquillas de nebulización.

- El equipo contará con una válvula de pruebas / purga para labores de mantenimiento y puesta en marcha.
- El equipo de bombeo se instalará en una sala para tal efecto no encontrándose a la intemperie y con temperaturas de +4°C a +54°C.

## ***TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN Y SOPORTACIÓN***

- DEFINICIÓN:

- Tubería de acero inoxidable AISI 316L sin soldadura según DIN-2462.

NOTA: La tubería especificada es más fácil de biconar que la tubería con soldadura, por lo cual se rechaza el empleo de tubería con soldadura.

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- Las uniones de las tuberías serán realizadas con conexiones mediante accesorios (bloques) de tuerca con bicono PN 315 (DIN 2353) para uniones de cambios de dirección, en “T” o en “Cruz”.  
NOTA: Ver planos.
- Los diámetros estándar de tubería serán los siguientes:
  - ■12 mm / espesor 1,50 mm.
  - ■16 mm / espesor 1,50 mm.
  - ■30 mm / espesor 1,50 mm.
  - ■38 mm / espesor 1,50 mm.
- Los soportes de la tubería necesarios, serán de acero con placa base, tipo stauff, en acero galvanizado.

## **BOQUILLAS NEBULIZADORAS**

- DEFINICIÓN:
- Boquilla difusor cerrada (tipo sprinkler) para sistema de agua nebulizada, homologada y suministrada por el fabricante del sistema según la clasificación del riesgo protegido.



**Figura 76: Boquillas nebulizadores. Modelo cerrado tipo sprinkler. (SIEX).**

- MARCA Y MODELO:
- Los sistemas proyectados son equipos de MARCA SIEX. Otras marcas son permitidas siempre que se acredite la documentación correspondiente de homologación de sistemas, y se avalen con cálculos y diseños de los sistemas proyectados.



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
  - Las boquillas serán seleccionadas para proteger cada riesgo de acuerdo a las aprobaciones de las mismas, aplicaciones y altura de protección.
  - Las boquillas estarán formadas por un cuerpo de latón diseñado para el correcto acoplamiento con las toberas, filtro y bulbo actuador por temperatura para el caso de las boquillas cerradas.
  - Las boquillas estarán provistas de un filtro de 300µm para evitar el paso de cualquier partícula transportada por la red que dificulte la descarga por las toberas.
  - Todas las boquillas deben posicionarse dentro de los límites de espaciamiento, altura, distancia de separación del techo o paredes, y área máxima, para los que esté homologada y certificada dicha boquilla, tanto

## ANEXO II: MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

Tabla 16: Presupuesto instalaciones detección y alarma.

Descripción	Unidad	Precio (€/ud)	Precio (\$/ud)	Precio total (€)	Precio total (\$)
<b>GENERALIDADES</b>					
<u>Acometida lazo SLC-1 (MOTORES).</u> Ud: Metro lineal de tubo. Estimación de 400 m)	400	9,89	12,36	3.956,00	4.945,00
<u>Acometida lazo SLC-2 (ELÉCTRICO).</u> Ud: Metro lineal de tubo. Estimación de 300 m)	300	9,89	12,36	2.967,00	3.708,75
<u>Acometida lazo SLC-3 (PARQUE COMBUSTIBLE).</u> Ud: Metro lineal de tubo. Estimación de 600 m)	600	9,89	12,36	5.934,00	7.417,50
<u>Integración sistema CCTV.</u> Actuación de programación, integración y puesta en marcha del sistema de detección y alarma para repetir señales (por módulos, contabilizados en otras partidas) en el cuadro de comunicaciones con el software de CCTV, y que de éste sistema se repitan a través de fibra óptica al CESECOL. Ud: Actuación.	1,00	2.455,30	3.069,13	2.455,30	3.069,13
				<b>15.312,30</b>	<b>19.140,38</b>
<b>EDIFICIO ELÉCTRICO</b>					
<u>Central de alarma.</u> Central de alarma microprocesador analógica, con sistema de algoritmos por procesador individual en equipos. Modelo EST de marca Edwards o equivalente. Ud: Central.	1,00	3.456,25	4.320,31	3.456,25	4.320,31
<u>Fuente de alimentación.</u> Fuente de alimentación de cuatro bloques de baterías en primario y en secundario de hasta 7A cada una. Incluye módulo de cabina modular para integración de todos los componentes. Ud: Fuente.	2,00	1.245,23	1.556,54	2.490,46	3.113,08
<u>Detector dual óptico - térmico analógico (ambiente).</u> Marca Edwards o equivalente. Ud: Detector.	29,00	185,45	231,81	5.378,05	6.722,56
<u>Detector dual óptico - térmico analógico (falso suelo).</u> Marca Edwards o equivalente. Ud: Detector.	14,00	205,45	256,81	2.876,30	3.595,38
<u>Estación manual de alarma.</u> Estación manual para aviso de alarma general. Marca Edwards o equivalente. Ud: Estación.	3,00	68,95	86,19	206,85	258,56
<u>Sirena de alarma con estrobo.</u> Sirena de alarma acústica con indicador estroboscópico incorporado. Marca Edwards o equivalente. Ud: Sirena.	2,00	102,54	128,18	205,08	256,35
<u>Módulo de señal input.</u> Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	2,00	63,47	79,34	126,94	158,68
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc.</u> Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	4,00	76,18	95,23	304,72	380,90





<u>Módulo de señal output de relé.</u> Módulo de una salida de relé. Para actuación sobre equipos en relé y contactos secos. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	4,00	89,54	111,93	358,16	447,70
					<b>15.402,81 19.253,51</b>
<b>ARMARIO DE DISPAROS DE EXTINCIÓN (en sala de control)</b>					
<u>Estación manual de disparo de sistemas de extinción.</u> Estación manual de disparo, de dos tiempos, para disparo manual electrónico de sistemas de extinción a través de una válvula solenoide o similar. Marca compatible son sistemas de Marca Edwards o equivalente. Ud: Estación.	16,00	62,45	78,06	999,20	1.249,00
<u>Módulo de señal input.</u> Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	16,00	63,47	79,34	1.015,52	1.269,40
<u>Tablero de disparos en armario con tapa de cristal.</u> Integración de un tablero con todos los pulsadores de disparo vistos, en armario con tapa vista. Ud: Cuadro.	1,00	564,21	705,26	564,21	705,26
					<b>2.578,93 3.223,66</b>
<b>SALA DE MÁQUINAS</b>					
<u>Estación manual de disparo de sistemas de extinción (puestos de control).</u> Estación manual de disparo, de dos tiempos, para disparo manual electrónico de sistemas de extinción a través de una válvula solenoide o similar. Marca compatible son sistemas de Marca Edwards o equivalente.. Ud: Estación.	5,00	62,45	78,06	312,25	390,31
<u>Módulo de señal input (puestos de control).</u> Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	20,00	63,47	79,34	1.269,40	1.586,75
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc (puestos de control).</u> Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	5,00	76,18	95,23	380,90	476,13
<u>Cuadro de conexiones.</u> (puestos de control) Cuadro de conexionado y ensamble de sistemas tipo HIMEL (para sirenas y módulos supervisión equipos). Ud: Cuadro.	1,00	245,12	306,40	245,12	306,40
<u>Detector de llama.</u> Detector de llama, de marca Notifer o equivalente. Ud: Detector.	10,00	955,00	1.193,75	9.550,00	11.937,50
<u>Módulo de señal input (llama).</u> Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	10,00	63,47	79,34	634,70	793,38
<u>Detector de humo por aspiración un tubo.</u> Detector de humos óptico de alta sensibilidad (cámara láser), de aspiración, de un único tubo de muestreo (y retorno/prueba). Marca Air Intelligence o similar compatible con sistemas Edwards o equivalente. Ud: Detector.	10,00	182,52	228,15	1.825,20	2.281,50
<u>Tubería de aspiración ABS rojo.</u> Incluye toda la red de tubería de distribución, capilares y puntos de muestreo. Completamente instalado y operativo. Unidad: m.l.	6,00	15,50	19,38	93,00	116,25



<u>Módulo de señal input</u> (señales detector de aspiración). Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	15,00	63,47	79,34	952,05	1.190,06
<u>Cuadro de conexiones.</u> (llama y aspiración) Cuadro de conexionado y ensamble de sistemas tipo HIMEL (para sirenas y módulos supervisión equipos). Ud: Cuadro.	5,00	245,12	306,40	1.225,60	1.532,00
				<b>16.488,22</b>	<b>20.610,28</b>
<b>BATERÍA DE PUESTOS DE CONTROL DE PARQUE DE COMBUSTIBLE (vertederas y bombas trat.)</b>					
<u>Estación manual de disparo de sistemas de extinción</u> (puestos de control). Estación manual de disparo, de dos tiempos, para disparo manual electrónico de sistemas de extinción a través de una válvula solenoide o similar. Ud: Estación.	4,00	62,45	78,06	249,80	312,25
<u>Módulo de señal input (puestos de control).</u> Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	12,00	63,47	79,34	761,64	952,05
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc</u> (puestos de control). Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	4,00	76,18	95,23	304,72	380,90
<u>Cuadro de conexiones.</u> (puestos de control) de dimensiones especiales. Cuadro de conexionado y ensamble de sistemas tipo HIMEL (para sirenas y módulos supervisión equipos). Ud: Cuadro.	1,00	456,05	570,06	456,05	570,06
				<b>1.772,21</b>	<b>2.215,26</b>
<b>BATERÍA DE PUESTOS DE CONTROL DE PARQUE DE COMBUSTIBLE (anillos refrg.)</b>					
<u>Estación manual de disparo de sistemas de extinción</u> (puestos de control). Estación manual de disparo, de dos tiempos, para disparo manual electrónico de sistemas de extinción a través de una válvula solenoide o similar. Marca compatible son sistemas de Marca Edwards o equivalente. Ud: Estación.	4,00	62,45	78,06	249,80	312,25
<u>Módulo de señal input (puestos de control).</u> Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	12,00	63,47	79,34	761,64	952,05
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc</u> (puestos de control). Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	4,00	76,18	95,23	304,72	380,90
<u>Cuadro de conexiones.</u> (puestos de control) de dimensiones especiales. Cuadro de conexionado y ensamble de sistemas tipo HIMEL (para sirenas y módulos supervisión equipos). Ud: Cuadro.	1,00	456,05	570,06	456,05	570,06
				<b>1.772,21</b>	<b>2.215,26</b>
<b>ESTACIÓN DE TRANSFORMADORES</b>					
<u>Detector de calor tipo fenwal</u> (en trafos). Detector de calor marca Fenwal o equivalente. Ud: Detector.	4,00	345,25	431,56	1.381,00	1.726,25



<u>Sirena de alarma con estrobo</u> (en trafos). Sirena de alarma acústica con indicador estroboscópico incorporado. Marca Edwards o equivalente. Ud: Sirena.	2,00	102,54	128,18	205,08	256,35
<u>Módulo de señal input</u> (fenwal). Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	4,00	63,47	79,34	253,88	317,35
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc.</u> (sirena trafo) Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	2,00	76,18	95,23	152,36	190,45
<u>Estación manual de disparo de sistemas de extinción</u> (monitores). Estación manual de disparo, de dos tiempos, para disparo manual electrónico de sistemas de extinción a través de una válvula solenoides o similar. Ud: Estación.	2,00	62,45	78,06	124,90	156,13
<u>Módulo de señal input</u> (monitores). Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	2,00	63,47	79,34	126,94	158,68
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc.</u> (monitores) Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	2,00	76,18	95,23	152,36	190,45
<u>Cuadro de conexiones</u> (en trafos y en monitores). Cuadro de conexionado y ensamble de sistemas tipo HIMEL (para sirenas y módulos supervisión equipos). Ud: Cuadro.	4,00	245,12	306,40	980,48	1.225,60
				<b>3.377,00</b>	<b>4.221,25</b>
<b>SALA DE BOMBAS PCI DE NUEVA EJECUCIÓN</b>					
<u>Detector de calor analógico.</u> Marca Edwards o equivalente. Ud: Detector.	2,00	74,52	93,15	149,04	186,30
<u>Estación manual de alarma.</u> Estación manual para aviso de alarma general. Marca Edwards o equivalente. Ud: Estación.	1,00	68,95	86,19	68,95	86,19
<u>Sirena de alarma con estrobo.</u> Sirena de alarma acústica con indicador estroboscópico incorporado. Marca Edwards o equivalente. Ud: Sirena.	1,00	102,54	128,18	102,54	128,18
<u>Módulo de señal input.</u> Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	21,00	63,47	79,34	1.332,87	1.666,09
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc.</u> Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	1,00	76,18	95,23	76,18	95,23
<u>Cuadro de conexiones.</u> Cuadro de conexionado y ensamble de sistemas tipo HIMEL (módulos supervisión equipos). Ud: Cuadro.	2,00	345,12	431,40	690,24	862,80
				<b>2.419,82</b>	<b>3.024,78</b>
<b>NAVE DE CARGADERO</b>					
<u>Detector de calor analógico.</u> Marca Edwards o equivalente. . Ud: Detector.	10,00	74,52	93,15	745,20	931,50
<u>Estación manual de alarma.</u> Estación manual para aviso de alarma general.	1,00	68,95	86,19	68,95	86,19



Marca Edwards o equivalente. Ud: Estación.					
<u>Sirena de alarma con estrobo.</u> Sirena de alarma acústica con indicador estroboscópico incorporado. Marca Edwards o equivalente. Ud: Sirena.	1,00	102,54	128,18	102,54	128,18
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc.</u> Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	1,00	76,18	95,23	76,18	95,23
<u>Módulo de señal input (puesto de control).</u> Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	3,00	63,47	79,34	190,41	238,01
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc (puesto de control).</u> Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	1,00	76,18	95,23	76,18	95,23
<u>Cuadro de conexiones.(puestos de control)</u> Cuadro de conexionado y ensamble de sistemas tipo HIMEL (para sirenas y módulos supervisión equipos). Ud: Cuadro.	1,00	245,12	306,40	245,12	306,40
				<b>1.504,58</b>	<b>1.880,73</b>
<b>NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO</b>					
<u>Detector de calor analógico.</u> Marca Edwards o equivalente. Ud: Detector.	10,00	74,52	93,15	745,20	931,50
<u>Estación manual de alarma.</u> Estación manual para aviso de alarma general. Marca Edwards o equivalente. Ud: Estación.	1,00	68,95	86,19	68,95	86,19
<u>Sirena de alarma con estrobo.</u> Sirena de alarma acústica con indicador estroboscópico incorporado. Marca Edwards o equivalente. Ud: Sirena.	1,00	102,54	128,18	102,54	128,18
<u>Módulo de señal output a 24 Vdc.</u> Módulo de una salida a 24 Vdc. para sirenas, estrobos y similares. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	1,00	76,18	95,23	76,18	95,23
				<b>992,87</b>	<b>1.241,09</b>
<b>OTROS RIESGOS</b>					
<u>Detector de calor analógico (grupo electrógeno).</u> Marca Edwards o equivalente. Ud: Detector.	2,00	74,52	93,15	149,04	186,30
<u>Detector de calor analógico (cuadros de aero-refrigeradores).</u> Marca Edwards o equivalente. Ud: Detector.	5,00	97,45	121,81	487,25	609,06
<u>Módulo de señal input</u> (módulo de batería de cilindros de agua nebulizada). Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	2,00	63,47	79,34	126,94	158,68
<u>Detector de calor tipo fenwal</u> (en trafos aux.). Detector de calor marca Fenwal o equivalente. Ud: Detector.	2,00	345,25	431,56	690,50	863,13
<u>Modulo de señal input</u> (fenwal trafos aux.). Módulo de una entrada. Marca Edwards o equivalente. Ud: Módulo.	2,00	63,47	79,34	126,94	158,68



<u>Cuadro de conexiones (en trafos aux).</u> Cuadro de conexionado y ensamble de sistemas tipo HIMEL (para sirenas y módulos supervisión equipos). Ud: Cuadro.	2,00	245,12	306,40	490,24	612,80
				<b>2.070,91</b>	<b>2.588,64</b>
<b><u>TOTAL DETECCIÓN Y ALARMA</u></b>				<b>63.691,86</b>	<b>79.614,83</b>

**Tabla 17: Presupuesto equipos de agua.**

Descripción	Unidad	Precio (€/ud)	Precio (\$/ud)	Precio total (€)	Precio total (\$)
<b>ANILLO DE REFRIGERACIÓN - DEPÓSITO LFO</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 4".</u> Marca VICTAULIC o equivalente.	1,00	2.145,26	2.681,58	2.145,26	2.681,58
<u>Válvula OS&amp;Y 4".</u> Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente.	1,00	496,32	620,40	496,32	620,40
<u>Presostato</u> de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20
<u>Boquilla pulverizadora.</u> Boquilla de agua pulverizada Marca Viking. Unidad: Boquilla.	24,00	17,64	22,05	423,36	529,20
<u>Tubería de acero GALVANIZADO.</u> Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 1 ½ " (40 mm)	12,00	35,85	44,81	430,20	537,75
/ Ø 2 ½ " (65 mm)	48,00	45,50	56,88	2.184,00	2.730,00
/ Ø 4 " (100 mm)	48,00	62,13	77,66	2.982,24	3.727,80
Soportes especiales de anillo en barandilla de depósito. Soporte específico hecho en obra con perfilera galvanizada soldada y atornillada, contra medidas reales de depósito y barandilla para sustentación del anillo sin perforara y soldar el tanque.	48,00	109,25	136,56	5.244,00	6.555,00
				<b>13.979,94</b>	<b>17.474,93</b>
<b>ANILLO DE REFRIGERACIÓN - DEPÓSITO HFO 4000 A</b>					



<u>Puesto de Control de diluvio 6"</u> . Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	3.014,25	3.767,81	3.014,25	3.767,81
<u>Válvula OS&amp;Y 6"</u> . Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31
<u>Presostato</u> . Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20
<u>Boquilla pulverizadora</u> . Boquilla de agua pulverizada Marca Viking. Unidad: Boquilla.	30,00	21,45	26,81	643,50	804,38
<u>Tubería de acero GALVANIZADO</u> . Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 2 " (50 mm)	12,00	41,32	51,65	495,84	619,80
/ Ø 3 " (80 mm)	72,00	52,77	65,96	3.799,44	4.749,30
/ Ø 6 " (150 mm)	60,00	70,88	88,60	4.252,80	5.316,00
Soportes especiales de anillo en barandilla de depósito. Soporte específico hecho en obra con pefilería galvanizada soldada y atornillada, contra medidas reales de depósito y barandilla para sustentación del anillo sin perforara y soldar el tanque.	60,00	109,25	136,56	6.555,00	8.193,75
				<b>19.466,84</b>	<b>24.333,55</b>
<b>ANILLO DE REFRIGERACIÓN - DEPÓSITO HFO DIARIO</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 4"</u> . Puesto de control 4" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	2.145,26	2.681,58	2.145,26	2.681,58
<u>Válvula OS&amp;Y 4"</u> . Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	496,32	620,40	496,32	620,40
<u>Presostato</u> . Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20



similar. Unidad: presostato.						
<u>Boquilla pulverizadora.</u> Boquilla de agua pulverizada Marca Viking. Unidad: Boquilla.	12,00	17,64	22,05	211,68	264,60	
<u>Tubería de acero GALVANIZADO.</u> Tubería de acero negro clase negra con soldadura.						
/ Ø 1 ½ " (40 mm)	12,00	35,85	44,81	430,20	537,75	
/ Ø 2 ½ " (65 mm)	36,00	45,50	56,88	1.638,00	2.047,50	
/ Ø 4 " (100 mm)	72,00	62,13	77,66	4.473,36	5.591,70	
Soportes especiales de anillo en barandilla de depósito. Soporte específico hecho en obra con pefilería galvanizada soldada y atornillada, contra medidas reales de depósito y barandilla para sustentación del anillo sin perforara y soldar el tanque.	24,00	109,25	136,56	2.622,00	3.277,50	
				<b>12.091,38</b>	<b>15.114,23</b>	
<b>ANILLO DE REFRIGERACIÓN - DEPÓSITO HFO 4000 B</b>						
<u>Puesto de Control de diluvio 6".</u> Puesto de control 6" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	3.014,25	3.767,81	3.014,25	3.767,81	
<u>Válvula OS&amp;Y 6".</u> Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31	
<u>Presostato.</u> Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20	
<u>Boquilla pulverizadora.</u> Boquilla de agua pulverizada Marca Viking. Unidad: Boquilla.	30,00	21,45	26,81	643,50	804,38	
<u>Tubería de acero GALVANIZADO.</u> Tubería de acero negro clase negra con soldadura.. Unidad: m.l.						



/ Ø 2 " (50 mm)	12,00	41,32	51,65	495,84	619,80
/ Ø 3 " (80 mm)	72,00	52,77	65,96	3.799,44	4.749,30
/ Ø 6 " (150 mm)	120,00	70,88	88,60	8.505,60	10.632,00
Soportes especiales de anillo en barandilla de depósito. Soporte específico hecho en obra con pefilería galvanizada soldada y atornillada, contra medidas reales de depósito y barandilla para sustentación del anillo sin perforara y soldar el tanque. Incluye justificación de peso soportado.	60,00	109,25	136,56	6.555,00	8.193,75
				<b>23.719,64</b>	<b>29.649,55</b>
<b><u>TOTAL SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR AGUA</u></b>				<b>69.257,80</b>	<b>86.572,25</b>

**Tabla 18: Presupuesto equipos de espuma.**

Descripción	Unidad	Precio (€/Ud)	Precio (\$/Ud)	Precio total (€)	Precio total (\$)
<b>CAÑONES MONITORES DE DESCARGA DE ESPUMA EN TRAFOS PRINCIPALES</b>					
<u>Cañón monitor 4" con unidad de auto-oscilación.</u> Cañón monitor de 4", con giro horizontal y vertical, de mando por volante, modelo KOBRA de sabo, o equivalente. . Unidad: Cañón monitor con unidad de auto-oscilación.	2,00	4.155,46	5.194,33	8.310,92	10.388,65
<u>Válvula de control para monitores.</u> Válvula de control tipo diluvio para monitores de actuación remota, por solenoide. Modelo FP400E-3X de Marca BERMAD o equivalente. . Unidad: Válvula	2,00	1.845,62	2.307,03	3.691,24	4.614,05
<u>Válvula OS&amp;Y 4".</u> Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente.Unidad: Válvula	2,00	496,32	620,40	992,64	1.240,80





<u>Lanza autoaspirante para espuma de media expansión.</u> Lanza de espuma, de tipo auto-aspirante, para espuma de media y alta y dosificación al 3% (al menos). Modelo TITAN para espuma de Angus Fire o equivalente. Unidad: Lanza	2,00	624,87	781,09	1.249,74	1.562,18
<u>Presostato.</u> Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	2,00	165,23	206,54	330,46	413,08
<u>Tubería de acero.</u> Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 4 " (100 mm)	132,00	51,78	64,73	6.834,96	8.543,70
/ Ø 6 " (150 mm)	84,00	59,07	73,84	4.961,88	6.202,35
				<b>26.371,84</b>	<b>32.964,80</b>
<b>VERTEDERAS DE ESPUMA EN DIQUE LFO</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 6".</u> Puesto de control 6" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente.	1,00	3.014,25	3.767,8	3.014,25	3.767,81
<u>Válvula OS&amp;Y 6".</u> Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31
<u>Presostato.</u> Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20
<u>Generador de espuma para vertederas fijas.</u> Generador de espuma auto-aspirante fijo de caudal nominal 400 l/min (a 4-5 bar. para ratio de expansión 1:5). Modelo SE-LF de Sabo o equivalente. Unidad: Generador.	5,00	515,00	643,75	2.575,00	3.218,75
<u>Vertedera de espuma para diques.</u> Vertedera para generador de espuma en diques. Modelo SE-VF de Sabo o equivalente. Unidad: Vertedera	5,00	285,45	356,81	1.427,25	1.784,06
<u>Instalación de placas de orificio.</u> Placa de orificio para calibrado y regulación del caudal y presión de cada vertedera y del anillo en conjunto. Unidad: Vertedera	1,00	1.850,00	2.312,5	1.850,00	2.312,50



<u>Tubería de acero GALVANIZADO.</u> Tubería de acero negro clase negra con soldadura. . Unidad: m.l.					
/ Ø 2 " (50 mm)	12,00	41,32	51,65	495,84	619,80
/ Ø 4 " (100 mm)	60,00	62,13	77,66	3.727,80	4.659,75
/ Ø 6 " (150 mm)	36,00	70,88	88,60	2.551,68	3.189,60
				<b>16.347,83</b>	<b>20.434,79</b>
<b>VERTEDERAS DE ESPUMA EN DIQUE CENTRAL</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 6".</u> Puesto de control 6" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	3.014,25	3.767,8	3.014,25	3.767,81
<u>Válvula OS&amp;Y 6".</u> Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente.. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31
<u>Presostato.</u> Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20
<u>Generador de espuma para vertederas fijas.</u> Generador de espuma auto-aspirante fijo de caudal nominal 400 l/min (a 4-5 bar. para ratio de expansión 1:5). Modelo SE-LF de Sabo o equivalente. Unidad: Generador.	9,00	515,00	643,75	4.635,00	5.793,75
<u>Vertedera de espuma para diques.</u> Vertedera para generador de espuma en diques. Modelo SE-VF de Sabo o equivalente. . Unidad: Vertedera	9,00	285,45	356,81	2.569,05	3.211,31
<u>Instalación de placas de orificio.</u> Placa de orificio para calibrado y regulación del caudal y presión de cada vertedera y del anillo en conjunto. Instalación y puesta en marcha. Unidad: Vertedera	1,00	1.850,00	2.312,5	1.850,00	2.312,50
<u>Tubería de acero GALVANIZADO.</u> Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 2 " (50 mm)	24,00	41,32	51,65	991,68	1.239,60
/ Ø 4 " (100 mm)	168,0	62,13	77,66	10.437,84	13.047,30



	0				
/ Ø 6 " (150 mm)	48,00	70,88	88,60	3.402,24	4.252,80
				<b>27.606,07</b>	<b>34.507,59</b>
<b>VERTEDERAS DE ESPUMA EN DIQUE EXTREMO</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 6"</u> . Puesto de control 6" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	3.014,25	3.767,8	3.014,25	3.767,81
<u>Válvula OS&amp;Y 6"</u> . Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31
<u>Presostato</u> . Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20
<u>Generador de espuma para vertederas fijas</u> . Generador de espuma auto-aspirante fijo de caudal nominal 400 l/min (a 4-5 bar. para ratio de expansión 1:5). Modelo SE-LF de Sabo o equivalente. Unidad: Generador.	8,00	515,00	643,75	4.120,00	5.150,00
<u>Vertedera de espuma para diques</u> . Vertedera para generador de espuma en diques. Modelo SE-VF de Sabo o equivalente. Unidad: Vertedera	8,00	285,45	356,81	2.283,60	2.854,50
<u>Instalación de placas de orificio</u> . Placa de orificio para calibrado y regulación del caudal y presión de cada vertedera y del anillo en conjunto. Instalación y puesta en marcha. Unidad: Vertedera	1,00	1.850,00	2.312,	1.850,00	2.312,50
<u>Tubería de acero GALVANIZADO</u> . Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 2 " (50 mm)	24,00	41,32	51,65	991,68	1.239,60
/ Ø 4 " (100 mm)	108,00	62,13	77,66	6.710,04	8.387,55
/ Ø 6 " (150 mm)	60,00	70,88	88,60	4.252,80	5.316,00
				<b>23.928,38</b>	<b>29.910,48</b>
<b>ROCIADORES DE ESPUMA EN NAVE DE CARGADERO</b>					



<u>Puesto de Control de diluvio 4"</u> . Puesto de control 4" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	2.145,26	2.681,58	2.145,26	2.681,58
<u>Válvula OS&amp;Y 4"</u> . Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	496,32	620,40	496,32	620,40
<u>Presostato</u> . Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20
<u>Rociador de espuma</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	36,00	36,56	45,70	1.316,16	1.645,20
<u>Rociador direccionable de pulverización</u> (arrastre en bajos de camiones). rociador direccionable de pulverización sin dispositivo térmico. Modelo M de marca Viking. Unidad: Rociador.	5,00	21,00	26,25	105,00	131,25
<u>Tubería de acero GALVANIZADO</u> . Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 2 " (50 mm)	144,00	41,32	51,65	5.950,08	7.437,60
/ Ø 4 " (100 mm)	48,00	62,13	77,66	2.982,24	3.727,80
/ Ø 6 " (150 mm)	84,00	70,88	88,60	5.953,92	7.442,40
<u>Punto de limpieza</u> . Punto de limpieza de la red tomada desde los puntos bajos o altos de la red. Unidad: punto	2,00	174,25	217,81	348,50	435,63
				<b>19.372,04</b>	<b>24.215,05</b>
<b>ROCIADORES DE ESPUMA EN NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 4"</u> . Puesto de control 4" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	2.145,26	2.681,58	2.145,26	2.681,58
<u>Válvula OS&amp;Y 4"</u> . Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	496,32	620,40	496,32	620,40
<u>Presostato</u> . Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad:	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20



presostato.						
<u>Rociador de espuma</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	36,00	36,56	45,70	1.316,16	1.645,20	
<u>Tubería de acero GALVANIZADO</u> . Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.						
/ Ø 2 " (50 mm)	144,00	41,32	51,65	5.950,08	7.437,60	
/ Ø 4 " (100 mm)	48,00	62,13	77,66	2.982,24	3.727,80	
<u>Punto de limpieza</u> . Punto de limpieza de la red tomada desde los puntos bajos o altos de la red. Unidad: punto	2,00	174,25	217,81	348,50	435,63	
				<b>13.313,12</b>	<b>16.641,40</b>	
<b>SISTEMA DE EXTINCIÓN MOTOR 1</b>						
<u>Puesto de Control de diluvio 6"</u> . Puesto de control 6" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	3.014,25	3.767,8	3.014,25	3.767,81	
<u>Válvula OS&amp;Y 6"</u> . Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31	
<u>Presostato</u> . Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20	
<u>Rociador de espuma (motor)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	16,00	36,56	45,70	584,96	731,20	
<u>Rociador de espuma (módulos de bombas)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	36,56	45,70	219,36	274,20	
<u>Rociador direccionable de pulverización (descarga sobre turbos y cojinete)</u> . rociador direccionable de pulverización sin dispositivo térmico. Modelo M de marca Viking. Unidad: Rociador.	3,00	21,00	26,25	63,00	78,75	



<u>Rociador de espuma para MEDIA.</u> Boquilla autoaspirante de espuma de media expansión. Modelo SE-UME de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	32,54	40,68	195,24	244,05
<u>Rociador convencional (lineas en galerías).</u> Rociador convencional montante de bronce, K60, tarado a 68°C. Viking o similar. Unidad: Boquilla	11,00	12,45	15,56	136,95	171,19
<u>Tubería de acero.</u> Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 1 ½ " (40 mm)	60,00	35,85	44,81	2.151,00	2.688,75
/ Ø 2 " (50 mm)	60,00	41,32	51,65	2.479,20	3.099,00
/ Ø 2 ½ " (65 mm)	24,00	45,50	56,88	1.092,00	1.365,00
/ Ø 3 " (80 mm)	24,00	52,77	65,96	1.266,48	1.583,10
/ Ø 6 " (150 mm)	48,00	70,88	88,60	3.402,24	4.252,80
<u>Punto de limpieza.</u> Punto de limpieza de la red tomada desde los puntos bajos o altos de la red. Unidad: punto	4,00	174,25	217,81	697,00	871,25
<u>Soportes especiales desmontables en el contorno del motor.</u> Soporte específico hecho en obra con pefilería galvanizada soldada o atornillada a suelo, contra medidas reales del motor, mediante uniones y cambios de dirección mediante placas atornilladas de manera que sean desmontables en caso de necesidad por mantenimiento del motor. Unidad: Conjunto soportes por motor	4,00	2.050,25	2.562,8	8.201,00	10.251,25
				<b>24.208,69</b>	<b>30.260,86</b>
<b>SISTEMA DE EXTINCIÓN MOTOR 2</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 6".</u> Puesto de control 6" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	3.014,25	3.767,8	3.014,25	3.767,81
<u>Válvula OS&amp;Y 6".</u> Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31
<u>Presostato.</u> Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20



similar.Unidad: presostato.						
<u>Rociador de espuma (motor)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	16,00	36,56	45,70	584,96	731,20	
<u>Rociador de espuma (módulos de bombas)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	36,56	45,70	219,36	274,20	
<u>Rociador direccionable de pulverización</u> (descarga sobre turbos y cojinete). rociador direccionable de pulverización sin dispositivo térmico. Modelo M de marca Viking.Unidad: Rociador.	3,00	21,00	26,25	63,00	78,75	
<u>Rociador de espuma para MEDIA</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de media expansión. Modelo SE-UME de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	32,54	40,68	195,24	244,05	
<u>Rociador convencional (lineas en galerías)</u> . Rociador convencional montante de bronce, K60, tarado a 68°C. Viking o similar.. Unidad: Boquilla	10,00	12,45	15,56	124,50	155,63	
<u>Tubería de acero</u> . Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.						
/ Ø 1 ½ " (40 mm)	60,00	35,85	44,81	2.151,00	2.688,75	
/ Ø 2 " (50 mm)	60,00	41,32	51,65	2.479,20	3.099,00	
/ Ø 2 ½ " (65 mm)	24,00	45,50	56,88	1.092,00	1.365,00	
/ Ø 3 " (80 mm)	24,00	52,77	65,96	1.266,48	1.583,10	
/ Ø 6 " (150 mm)	60,00	70,88	88,60	4.252,80	5.316,00	
<u>Punto de limpieza</u> . Punto de limpieza de la red tomada desde los puntos bajos o altos de la red. Unidad: punto	4,00	174,25	217,81	697,00	871,25	
<u>Soportes especiales desmontables en el contorno del motor</u> . Soporte específico hecho en obra con pefilería galvanizada soldada o atornillada a suelo, contra medidas reales del motor, mediante uniones y cambios de dirección mediante placas	4,00	2.050,25	2.562,81	8.201,00	10.251,25	



atornillos de manera que sean desmontables en caso de necesidad por mantenimiento del motor. Unidad: Conjunto soportes por motor					
				<b>25.046,80</b>	<b>31.308,50</b>
<b>SISTEMA DE EXTINCIÓN MOTOR 3</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 6"</u> . Puesto de control 6" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	3.014,25	3.767,81	3.014,25	3.767,81
<u>Válvula OS&amp;Y 6"</u> . Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente.. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31
<u>Presostato</u> . Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20
<u>Rociador de espuma (motor)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	16,00	36,56	45,70	584,96	731,20
<u>Rociador de espuma (módulos de bombas)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	36,56	45,70	219,36	274,20
<u>Rociador direccionable de pulverización (descarga sobre turbos y cojinete)</u> . rociador direccionable de pulverización sin dispositivo térmico. Modelo M de marca Viking. Unidad: Rociador.	3,00	21,00	26,25	63,00	78,75
<u>Rociador de espuma para MEDIA</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de media expansión. Modelo SE-UME de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	32,54	40,68	195,24	244,05
<u>Rociador convencional (lineas en galerías)</u> . Rociador convencional montante de bronce, K60, tarado a 68°C. Viking o similar. Unidad: Boquilla	10,00	12,45	15,56	124,50	155,63
<u>Tubería de acero</u> . Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					





/ Ø 1 ½ " (40 mm)	60,00	35,85	44,81	2.151,00	2.688,75
/ Ø 2 " (50 mm)	60,00	41,32	51,65	2.479,20	3.099,00
/ Ø 2 ½ " (65 mm)	24,00	45,50	56,88	1.092,00	1.365,00
/ Ø 3 " (80 mm)	24,00	52,77	65,96	1.266,48	1.583,10
/ Ø 6 " (150 mm)	60,00	70,88	88,60	4.252,80	5.316,00
<u>Punto de limpieza</u> . Punto de limpieza de la red tomada desde los puntos bajos o altos de la red. Unidad: punto	4,00	174,25	217,81	697,00	871,25
<u>Soportes especiales desmontables en el contorno del motor</u> . Soporte específico hecho en obra con pefilería galvanizada soldada o atornillada a suelo, contra medidas reales del motor, mediante uniones y cambios de dirección mediante placas atornillas de manera que sean desmontables en caso de necesidad por mantenimiento del motor. . Unidad: Conjunto soportes por motor	4,00	2.050,25	2.562,8	8.201,00	10.251,25
				<b>25.046,80</b>	<b>31.308,50</b>
<b>SISTEMA DE EXTINCIÓN MOTOR 4</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 6"</u> . Puesto de control 6" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	3.014,25	3.767,8	3.014,25	3.767,81
<u>Válvula OS&amp;Y 6"</u> . Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31
<u>Presostato</u> . Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20
<u>Rociador de espuma (motor)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	16,00	36,56	45,70	584,96	731,20
<u>Rociador de espuma (módulos de bombas)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	36,56	45,70	219,36	274,20



<u>Rociador direccionable de pulverización (descarga sobre turbos y cojinete).</u> rociador direccionable de pulverización sin dispositivo térmico. Modelo M de marca Viking. Unidad: Rociador.	3,00	21,00	26,25	63,00	78,75
<u>Rociador de espuma para MEDIA.</u> Boquilla autoaspirante de espuma de media expansión. Modelo SE-UME de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	32,54	40,68	195,24	244,05
<u>Rociador convencional (líneas en galerías).</u> Rociador convencional montante de bronce, K60, tarado a 68°C. Viking o similar. Unidad: Boquilla	10,00	12,45	15,56	124,50	155,63
<u>Tubería de acero.</u> Tubería de acero negro clase negra con soldadura. . Unidad: m.l.					
/ Ø 1 ½ " (40 mm)	60,00	35,85	44,81	2.151,00	2.688,75
/ Ø 2 " (50 mm)	60,00	41,32	51,65	2.479,20	3.099,00
/ Ø 2 ½ " (65 mm)	24,00	45,50	56,88	1.092,00	1.365,00
/ Ø 3 " (80 mm)	24,00	52,77	65,96	1.266,48	1.583,10
/ Ø 6 " (150 mm)	72,00	70,88	88,60	5.103,36	6.379,20
<u>Punto de limpieza.</u> Punto de limpieza de la red tomada desde los puntos bajos o altos de la red. Unidad: punto	4,00	174,25	217,81	697,00	871,25
<u>Soportes especiales desmontables en el contorno del motor.</u> Soporte específico hecho en obra con peñilería galvanizada soldada o atornillada a suelo, contra medidas reales del motor, mediante uniones y cambios de dirección mediante placas atornillas de manera que sean desmontables en caso de necesidad por mantenimiento del motor. . Unidad: Conjunto soportes por motor	4,00	2.050,25	2.562,8	8.201,00	10.251,25
				<b>25.897,36</b>	<b>32.371,70</b>
<b>SISTEMA DE EXTINCIÓN MOTOR 5</b>					
<u>Puesto de Control de diluvio 6".</u> Puesto de control 6" para sistema de diluvio (tubería seca). Marca VICTAULIC o equivalente. Unidad: Puesto de control.	1,00	3.014,25	3.767,8	3.014,25	3.767,81



<u>Válvula OS&amp;Y 6"</u> . Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	631,45	789,31	631,45	789,31
<u>Presostato</u> . Presostato de confirmación de paso de agua. Marca POTTER o similar. Unidad: presostato.	1,00	74,56	93,20	74,56	93,20
<u>Rociador de espuma (motor)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	16,00	36,56	45,70	584,96	731,20
<u>Rociador de espuma (módulos de bombas)</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de baja expansión. Modelo SE-UAX de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	36,56	45,70	219,36	274,20
<u>Rociador direccionable de pulverización (descarga sobre turbos y cojinete)</u> . rociador direccionable de pulverización sin dispositivo térmico. Modelo M de marca Viking. Unidad: Rociador.	3,00	21,00	26,25	63,00	78,75
<u>Rociador de espuma para MEDIA</u> . Boquilla autoaspirante de espuma de media expansión. Modelo SE-UME de marca Sabo. Unidad: Boquilla.	6,00	32,54	40,68	195,24	244,05
<u>Rociador convencional (lineas en galerías)</u> . Rociador convencional montante de bronce, K60, tarado a 68°C. Viking o similar. Unidad: Boquilla	13,00	12,45	15,56	161,85	202,31
<u>Tubería de acero</u> . Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 1 ½ " (40 mm)	72,00	35,85	44,81	2.581,20	3.226,50
/ Ø 2 " (50 mm)	60,00	41,32	51,65	2.479,20	3.099,00
/ Ø 2 ½ " (65 mm)	24,00	45,50	56,88	1.092,00	1.365,00
/ Ø 3 " (80 mm)	24,00	52,77	65,96	1.266,48	1.583,10
/ Ø 6 " (150 mm)	72,00	70,88	88,60	5.103,36	6.379,20
<u>Punto de limpieza</u> . Punto de limpieza de la red tomada desde los puntos bajos o altos de la red. Unidad: punto	4,00	174,25	217,81	697,00	871,25



<u>Soportes especiales desmontables en el contorno del motor.</u> Soporte específico hecho en obra con perfilera galvanizada soldada o atornillada a suelo, contra medidas reales del motor, mediante uniones y cambios de dirección mediante placas atornillas de manera que sean desmontables en caso de necesidad por mantenimiento del motor. Unidad: Conjunto soportes por motor	4,00	2.050,25	2.562,8	8.201,00	10.251,25
				26.364,91	32.956,14
<b><u>TOTAL SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR ESPUMA</u></b>				253.503,84	316.879,80



Tabla 19: Presupuesto abastecimiento de agua contra incendios.

Descripción	Unidad	Precio (€/ud)	Precio (\$/ud)	Precio total (€)	Precio total (\$)
<b>GRUPO DE PRESIÓN CONTRA INCENDIOS</b>					
<u>Grupo de presión.</u> Grupo de presión formado por motobomba diesel principal para sistemas de PCI conforme a NFPA20, de capacidad nominal mínima 700m3/h @ 10,00bar. y bomba auxiliar jockey.	1,00	43.710,00	54.637,50	43.710,00	54.637,50
Se consideran incluidos en particular los siguientes ítems:					
Cuadros eléctricos de bomba diésel y bomba jockey.					
Cuadros de maniobra y presostatos para gestión y disparo del grupo, incluso todo el piping de batería de presostatos de circuito hidráulico y neumático.					
Bancada de baterías, depósito de gasoil para 2 horas (incluido gasoil necesario). Incluso venteos y cubetos que fueran necesarios.					
Enrutados y venteo del tubo de escape					
Bancadas metálicas de bomba principal, nivelación y puesta en marcha.					
Circuito de refrigeración de bomba diesel, con bypass, válvulas, filtro y válvula solenoide de actuación por disparo térmico.					
Circuito de impulsión y aspiración de bomba jockey, incluso válvulas de retención cierre y reducciones.					
Acoples a bomba con baterías de manómetros, manovacúómetros y liberadores de presión en colectores.					
Señalización, planos de diagrama y carteles de instrumentación y funcionamiento de sala.					
				<b>43.710,00</b>	<b>54.637,50</b>
<b>ACOMETIDAS Y VALVULERÍA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>					
<u>Colector de ASPIRACIÓN de sala de bombas.</u>					
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Conforme a UNE-EN -10255 (o normas equivalentes americanas), y listada conforme a NFPA13 y 24.					



/ Ø 12 " (300 mm)	30,00	114,27	142,84	3.428,10	4.285,13
Placa antivórtice. Completamente instalado y puesta en servicio. Conforme a NFPA20. Unidad: Placa	1,00	240,50	300,63	240,50	301
Válvula OS&Y 12". Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	1.242,23	1.552,79	1.242,23	1.552,79
Manguito antivibratorio 12". Accesorio de manguito antivibratorio a instalar en salida de depósito y justo en la entrada a la bomba contra incendios acoplada. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Manguito	2,00	384,02	480,03	768,04	960,05
<u>Colector de IMPULSIÓN de sala de bombas.</u>					
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 12 " (300 mm)	48,00	114,27	142,84	5.484,96	6.856,20
Válvula OS&Y 12". Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	1.242,23	1.552,79	1.242,23	1.552,79
Válvula antiretorno 12". Válvula antiretorno en salida principal de impulsión. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	459,52	574,40	459,52	574,40
Conjunto de alivio de bomba NFPA20. Válvula de alivio 12", y salida a descarga de 12" - 8", con reductor y tramo vertical de descarga directo a sala. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Conjunto	1,00	1.240,00	1.550,00	1.240,00	1.550,00
<u>Colector de PRUEBAS de sala de bombas.</u>					
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 8 " (200 mm)	36,00	88,23	110,29	3.176,28	3.970,35
Válvula de mariposa 8". Válvula de seccionamiento de tipo mariposa. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	2,00	452,15	565,19	904,30	1.130



Caudalímetro 8". Caudalímetro hidráulico de doble escala. Unidad: válvula	1,00	408,16	510,20	408,16	510
<u>Acometida de DOSIFICACIÓN de espuma.</u>					
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 10 " (250 mm)	12,00	91,74	114,68	1.100,88	1.376,10
Válvula OS&Y 10". Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	905,50	1.131,88	905,50	1.131,88
Válvula de mariposa 10". Válvula de seccionamiento de tipo mariposa. Marca VIKING o equivalente. Completamente instalada y operativa. Unidad: Válvula	2,00	561,45	701,81	1.122,90	1.404
Válvula antiretorno 10". Válvula antiretorno en salida principal de impulsión. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	320,54	400,68	320,54	400,68
				<b>22.044,14</b>	<b>27.555,18</b>
<b>SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE ESPUMA</b>					
Dosificador de espumógeno. Dosificador volumétrico de espumógeno de caudal variable, modelo FireDos4000 de marca Sabo. Caudal nominal 4.000 l/min.o. Unidad: Conjunto de FireDos y piping de conexiones	1,00	29.980,50	37.475,63	29.980,50	37.475,63
Depósito de espumógeno. Depósito de polipropileno para espumógeno, cumpliendo todos los requerimientos definidos en normativa. Marca Sabo o similar. Capacidad 3.000 litros. Unidad: Depósito.	1,00	2.320,50	2.900,63	2.320,50	2.900,63
Espumógeno. Espumógeno 3% AFFF para hidrocarburos. Marca Hydral 3 plus de Sabo. Unidad: Litro.	3.000	3,54	4,43	10.620,00	13.275,00
Espumógeno de reserva. Espumógeno 3% AFFF para hidrocarburos. Marca Hydral 3 plus de Sabo. Unidad: Litro.	1.000	3,54	4,43	3.540,00	4.425,00
				<b>46.461,00</b>	<b>58.076,25</b>



ACOMETIDA DE ROCIADORES EN SALA					
Puesto de control simplificado. Formado por una válvula de corte de bola, una válvula antiretorno y un interruptor de flujo, todos en 2" para acometida general a malla de rociadores, incluso conexión eléctrica, completamente instalado y operativo. Unidad: Puesto de control simplificado.	1,00	459,45	574,31	459,45	574,31
Rociador automático. Sprinkler K80, para montaje colgante. Tarado a 68°C. Respuesta estándar. Cuerpo de bronce. Parte proporcional de montaje y accesorios, con embellecedor y semiempotrado donde proceda, así como jaulas de protección de daño mecánico donde proceda. Completamente instalado y operativo. Unidad: Rociador	6,00	10,00	12,50	60,00	75,00
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 1 1/4 " (32 mm)	18,0	34,84	43,55	627,12	783,90
/ Ø 2 " (50 mm)	18,0	40,57	50,71	730,26	912,83
Caja de rociadores de reserva. Caja de sprinklers K80, de similares características a las de los equipos instalados en sala de bombas. Unidad: caja	1,00	110,00	137,50	110,00	137,50
Punto de limpieza. Punto de limpieza de la red tomada desde el colector. Incluyendo válvula de corte, conexión para manguera, tubería, parte proporcional de accesorios, soporte y pintura. Unidad: punto	1,00	174,25	217,81	174,25	217,81
Punto de prueba. Punto de prueba de la red tomado desde el rociador más desfavorable e incorporando válvula de esfera, manómetro y rociador sin deflector de las mismas características que el de la instalación a probar. Incluye tubería y p.p. de accesorios, soporte y pintura. Unidad: punto.	1,00	262,56	328,20	262,56	328,20
				<b>2.423,64</b>	<b>3.029,55</b>
OBRA CIVIL					





Cimentación. Losa de hormigón armado para cimentación y solera de sala de bombas. Dimensionada en 3000 mm. de espesor y mallazo doble de dos parrillas de 300 x 300 mm. de redondos de acero 12 mm. Incluye excavación y todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución. Completamente instalado y operativo. Unidad: Losa.	1,00	12.000,00	15.000,00	12.000,00	15.000,00
				0	
Caseta de PCI. Caseta de obra, de dimensiones 9,00 x 6,00 m. de base y 3,00 - 3,50 m. de alto. paredes de fábrica de bloque de hormigón. Incluye techado a base de planchas de paneles tipo sandwich aislado, completamente cerrado, con elementos metálicos auxiliares y dotado de leve pendiente. Cunata con una puerta de acceso de doble hoja metálica y dos ventanas de lamas para presurización natural de sala, incluso carpintería metálica al efecto. Incluye la abertura de una roza con alcantarilla para desagüe en interior de sala. Incluye acometida eléctrica de 110/200 Vac, con cuadro eléctrico y diferenciales (mínimo 2), cableados canalizados, interruptores y luminarias de la sala conforme a la normativa legal vigente. Incluye excavación y todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución. Completamente instalado y operativo. Unidad: Caseta.	1,00	18.500,00	23.125,00	18.500,00	23.125,00
				0	
				<b>30.500,00</b>	<b>38.125,00</b>
<b>OTRAS ACTUACIONES</b>					
Adecuación de grupo de presión existente. Retardo de presiones del grupo existente y colocación de válvulas adicionales para control del suministro y funcionamiento de las bombas existentes en la red siempre por debajo del suministro y capacidad de funcionamiento nominal del sistema de nueva ejecución. Totalmente instalado y operativo, montaje y conexionado. Unidad: Actuación	1,00	3.450,00	4.312,50	3.450,00	4.312,50



Desmantelamiento valvula de control y tramo de aspiración principal. Eliminación de la válvula de control de la acometida principal de impulsión. Desmantelamiento de todo el tramo de aspiración principal, desde su salida de sala de bombas existente hasta la curva en el muro del dique del depósito de LFO. Totalmente instalado y operativo, montaje y conexionado. Unidad: Actuación	1,00	1.250,00	1.562,50	1.250,00	1.562,50
Adecuación del depósito de agua contra incendios existente. Vaciado y rellenado del depósito, rotura y adecuación de obra de nueva acometida contra incendios e instalación de placa antivórtice. Puesta en marcha del sistema, rellenado y conformidad de calidad de presión en nuevo llenado. Totalmente instalado y operativo, montaje y conexionado. Unidad: Actuación	1,00	5.450,00	6.812,50	5.450,00	6.812,50
Válvula de tres vías. Instalación en la salida principal de acometida a red exterior, tanto en red de espuma como en red de agua, de una válvula de tres vías para liberación de presión. Totalmente instalado y operativo, montaje y conexionado. Unidad: Válvula	2,00	346,21	432,76	692,42	865,53
				<b>10.842,42</b>	<b>13.553,03</b>
<b><u>TOTAL ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS</u></b>				<b>155.981,2</b>	<b>194.976,50</b>

**Tabla 20: Presupuesto ampliación de la red exterior.**

Descripción	Unidad	Precio (€/ud)	Precio (\$/ud)	Precio total (€)	Precio total(\$)
<b>AMPLIACIÓN DE LA RED EXTERIOR</b>					
Nuevo tramo de acometida de red de sustitución, en tramo desde nueva sala de bombas hasta la batería de puestos de control de sistema de anillos de refrigeración en depósitos en parque de combustible.					
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 8 " (200 mm)	36,00	73,53	91,91	2.647,08	3.308,85
/ Ø 12 " (300 mm)	36,00	114,27	142,84	4.113,72	5.142,15
Nuevo cañón monitor para medios manuales - Unidad de ubicación NORTE.					
Cañón monitor 4". Cañón monitor de 4", con giro horizontal y vertical, de mando por volante, modelo KOBRA de sabo, o equivalente. . Unidad: Cañón monitor	1,00	1.966,55	2.458,19	1.966,55	2.458,19
Válvula OS&Y 4". Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	496,32	620,40	496,32	620,40
Lanza de descarga de agua. Lanza de agua multipropósito. Modelo Firex de marca sabo. Caudal nominal 1.200 l/min a 7 bar. Unidad: Lanza	1,00	785,56	981,95	785,56	981,95
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 4 " (100 mm)	12,00	58,45	73,06	701,40	876,75
Nuevo cañón monitor para medios manuales - Unidad de ubicación ESTE.					



Cañón monitor 4". Cañón monitor de 4", con giro horizontal y vertical, de mando por volante, modelo KOBRA de sabo, o equivalente. Unidad: Cañón monitor	1,00	1.966,55	2.458,19	1.966,55	2.458,19
Válvula OS&Y 4". Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	496,32	620,40	496,32	620,40
Lanza de descarga de agua. Lanza de agua multipropósito. Modelo Firex de marca sabo. Caudal nominal 1.200 l/min a 7 bar.Unidad: Lanza	1,00	785,56	981,95	785,56	981,95
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 4 " (100 mm)	12,00	58,45	73,06	701,40	876,75
Nuevo cañón monitor para medios manuales - Unidad de ubicación OESTE					
Cañón monitor 4". Cañón monitor de 4", con giro horizontal y vertical, de mando por volante, modelo KOBRA de sabo, o equivalente. Unidad: Cañón monitor	1,00	1.966,55	2.458,19	1.966,55	2.458,19
Válvula OS&Y 4". Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	496,32	620,40	496,32	620,40
Lanza de descarga de agua. Lanza de agua multipropósito. Modelo Firex de marca sabo. Caudal nominal 1.200 l/min a 7 bar. Unidad: Lanza	1,00	785,56	981,95	785,56	981,95
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 4 " (100 mm)	24,00	58,45	73,06	1.402,80	1.753,50
Nuevo cañón monitor para medios manuales - Unidad de ubicación SUR					



Cañón monitor 4". Cañón monitor de 4", con giro horizontal y vertical, de mando por volante, modelo KOBRA de sabo, o equivalente. Unidad: Cañón monitor	1,00	1.966,55	2.458,19	1.966,55	2.458,19
Válvula OS&Y 4". Válvula de compuerta con asiento de tipo husillo ascendente. Marca VIKING o equivalente. Unidad: Válvula	1,00	496,32	620,40	496,32	620,40
Lanza de descarga de agua. Lanza de agua multipropósito. Modelo Firex de marca sabo. Caudal nominal 1.200 l/min a 7 bar. Unidad: Lanza	1,00	785,56	981,95	785,56	981,95
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 4 " (100 mm)	120,00	58,45	73,06	7.014,00	8.767,50
				<b>29.574,12</b>	<b>36.967,65</b>
<b>RED EXTERIOR DE ESPUMA</b>					
Acometida principal de nueva red exterior de espuma.					
Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 8 " (200 mm)	180,00	88,23	110,29	15.881,40	19.851,75
/ Ø 10 " (250 mm)	12,00	110,08	137,60	1.320,96	1.651,20
Acometida a puesto de control de cargadero					
Colector de puesto de control sala de máquinas. Tubería de acero. Tubería de acero negro clase negra con soldadura. Unidad: m.l.					
/ Ø 6 " (150 mm)	84,00	70,88	88,60	5.953,92	7.442,40
				<b>23.156,28</b>	<b>28.945,35</b>
<b>TOTAL AMPLIACIÓN RED EXTERIOR</b>				<b>52.730,40</b>	<b>65.913,00</b>

**Tabla 21: Presupuesto agua nebulizada.**

Descripción	Unidad	Precio (€/ud)	Precio (\$/ud)	Precio total (€)	Precio total (\$)
<b>GRUPO DE ALTA PRESIÓN PARA AGUA NEBULIZADA</b>					
<u>Batería de presión.</u> Conjunto de cilindros formador por seis bloques formados en dos líneas, formado cada uno por tres botellas de agua y una botella de nitrógeno de 80 l. (total 18 cilindros de H2O y 6 cilindros de N2). Fabricado en estándar CE para presión de trabajo de 200 bar a 20°C. y presión de prueba a 300 bar. Incluye válvula de cilindro de cada botella, y en salida principal válvula para disparo, disparo manual, manómetro de control y presostato de confirmación de paso de agua/gas para el conjunto. Incluye válvulas anti retorno. Incluye herrajes y abarcón de sujeción para batería. Incluye colector general y latiguillos de salida, incluso conectores inter-botella. Incluye etiquetas y señalización correspondiente. Totalmente instalado y operativo. Se incluye el gas y agua contenido. Unidad: Conjunto.	1,00	32.470,28	40.587,85	32.470,28	40.587,85
<u>Cilindro piloto.</u> Cilindro piloto de N2, para disparo de sistemas de tubería húmeda, conectado en batería para salida a riesgo. Incluye presostato y válvula de disparo neumática, válvula de corte, latiguillo de disparo y válvulas antiretorno. Totalmente instalado y operativo. Se incluye el gas y agua contenido. Unidad: Conjunto.	1,00	1.198,30	1.497,88	1.198,30	1.497,88
<u>Detector de flujo.</u> Detector de flujo para control y monitoreo de paso de agua/gas. Totalmente instalado y operativo. Unidad: Detector	1,00	185,32	231,65	185,32	231,65
<u>Válvula de seccionamiento.</u> Válvula de bola de acero inoxidable para corte general y aislamiento de baterías. Totalmente instalado y operativo. Unidad: Válvula.	1,00	344,06	430,08	344,06	430,08
<u>Válvula antiretorno.</u> Válvula antiretorno de acero inoxidable para salida principal de la batería a riesgo. Totalmente instalado y operativo. Unidad: Válvula.	1,00	318,99	398,74	318,99	398,74



<u>Batería de repuesto.</u> Unidad de seis cilindros de nitrógeno para repuesto y mantenimiento del sistema. Completamente similares a los originales situados en la batería de cilindros. Llenos de N2. Totalmente instalado y operativo. Unidad: Batería.	1,00	6.435,84	8.044,80	6.435,84	8.044,80
					<b>40.952,79 51.190,99</b>
<b>ACOMETIDA GENERAL Y MÓDULO DE BATERÍAS</b>					
<u>Tubería de acero inoxidable.</u> Tubería de acero inoxidable AISI 316L SIN SOLDADURA según DIN-2462. Uniones de tuberías realizadas con conexiones mediante accesorios de tuerca con bicono PN 315 (DIN 2353) de acero calidad Schelude 160/80 para 300 bar. Con parte proporcional de accesorios y juntas, bloques de unión, etc. específicos tipo stauff para instalaciones de agua nebulizada de alta presión. Incluye soportación conforme a especificaciones técnicas (incluso anti-sísmica donde proceda), tornillería, y mano de obra. Completamente ejecutado y operativo. Unidad: m.l.					
/ Ø 30 mm x 1,5 mm.	24,00	85,65	107,06	2.055,60	2.569,50
<u>Punto de prueba</u> (sala de control y las dos salas de interruptores). Dispositivo de prueba, con parte proporcional de enrutado conducido a exterior para valorar condiciones de presión y caudal sin intervención en la operativa de planta (a redefinir en obra). Completamente instalado y operativo. Unidad: Punto de prueba.	3,00	251,25	314,06	753,75	942,19
Contenedor modular para baterías. Contenedor modular para ubicación de baterías. De tipo metálico de dimensiones comerciales y como mínimo 8 x 2 m. dotado de instalación eléctrica y alumbrado (diferencial independiente y p.p. de línea de 220/110 Vac), puerta dotada de llave, y ventilación natural. Apoyado en losa existente. Incluye valoración de la resistencia estructural de la losa de apoyo). Completamente instalado y operativo. Unidad: Contenedor	1,00	10.520,00	13.150,00	10.520,00	13.150,00



modular.

**13.329,35      16.661,69**

#### **SALA DE INTERRUPTORES 1 - AMBIENTE**

Tubería de acero inoxidable. Tubería de acero inoxidable AISI 316L SIN SOLDADURA según DIN-2462. Uniones de tuberías realizadas con conexiones mediante accesorios de tuerca con bicono PN 315 (DIN 2353) de acero calidad Schelude 160/80 para 300 bar. Con parte proporcional de accesorios y juntas, bloques de unión, etc. específicos tipo stauff para instalaciones de agua nebulizada de alta presión. Incluye soportación conforme a especificaciones técnicas (incluso anti-sísmica donde proceda), tornillería, y mano de obra. Completamente ejecutado y operativo. Unidad: m.l.

/ Ø 30 mm x 1,5 mm.	12,00	85,65	107,06	1.027,80	1.284,75
/ Ø 12 mm x 1,5 mm.	12,00	66,43	83,04	797,16	996,45

Difusor cerrado con bulbo. Difusor de acero inoxidable, modelo conforme a ensayos certificados del sistema, incluso adaptador correspondiente. Tarado a temperatura 68°C (a redefinir en obra). Completamente instalado y operativo. Unidad: difusor cerrado	6,00	175,20	219,00	1.051,20	1.314,00
--	------	--------	--------	----------	----------

**2.876,16      3.595,20**

#### **SALA DE INTERRUPTORES 2 - AMBIENTE**





Tubería de acero inoxidable. Tubería de acero inoxidable AISI 316L SIN SOLDADURA según DIN-2462. Uniones de tuberías realizadas con conexiones mediante accesorios de tuerca con bicono PN 315 (DIN 2353) de acero calidad Schelude 160/80 para 300 bar. Con parte proporcional de accesorios y juntas, bloques de unión, etc. específicos tipo stauff para instalaciones de agua nebulizada de alta presión. Incluye soportación conforme a especificaciones técnicas (incluso anti-sísmica donde proceda), tornillería, y mano de obra. Completamente ejecutado y operativo. Unidad: m.l.					
/ Ø 30 mm x 1,5 mm.	12,00	85,65	107,06	1.027,80	1.284,75
/ Ø 12 mm x 1,5 mm.	12,00	66,43	83,04	797,16	996,45
Difusor cerrado con bulbo. Difusor de acero inoxidable, modelo conforme a ensayos certificados del sistema, incluso adaptador correspondiente. Tarado a temperatura 68°C (a redefinir en obra). Completamente instalado y operativo. Unidad: difusor cerrado	4,00	175,20	219,00	700,80	876,00
				<b>2.525,76</b>	<b>3.157,20</b>
<b>SALA DE CONTROL - AMBIENTE</b>					
Tubería de acero inoxidable. Tubería de acero inoxidable AISI 316L SIN SOLDADURA según DIN-2462. Uniones de tuberías realizadas con conexiones mediante accesorios de tuerca con bicono PN 315 (DIN 2353) de acero calidad Schelude 160/80 para 300 bar. Con parte proporcional de accesorios y juntas, bloques de unión, etc. específicos tipo stauff para instalaciones de agua nebulizada de alta presión. Incluye soportación conforme a especificaciones técnicas (incluso anti-sísmica donde proceda), tornillería, y mano de obra. Completamente ejecutado y operativo. Unidad: m.l.					
/ Ø 30 mm x 1,5 mm.	24,00	85,65	107,06	2.055,60	2.569,50



/ Ø 12 mm x 1,5 mm.	48,00	66,43	83,04	3.188,64	3.985,80
Difusor cerrado con bulbo. Difusor de acero inoxidable, modelo conforme a ensayos certificados del sistema, incluso adaptador correspondiente. Tarado a temperatura 68°C (a redefinir en obra). Completamente instalado y operativo. Unidad: difusor cerrado	20,00	175,20	219,00	3.504,00	4.380,00
				<b>8.748,24</b>	<b>10.935,30</b>
<b>SALA DE CONTROL - FALSO SUELO</b>					
Tubería de acero inoxidable. Tubería de acero inoxidable AISI 316L SIN SOLDADURA según DIN-2462. Uniones de tuberías realizadas con conexiones mediante accesorios de tuerca con bicono PN 315 (DIN 2353) de acero calidad Schelude 160/80 para 300 bar. Con parte proporcional de accesorios y juntas, bloques de unión, etc. específicos tipo stauff para instalaciones de agua nebulizada de alta presión. Incluye soportación conforme a especificaciones técnicas (incluso anti-sísmica donde proceda), tornillería, y mano de obra. Completamente ejecutado y operativo. Unidad: m.l.					
/ Ø 30 mm x 1,5 mm.	24,00	85,65	107,06	2.055,60	2.569,50
/ Ø 12 mm x 1,5 mm.	48,00	66,43	83,04	3.188,64	3.985,80
Difusor cerrado con bulbo. Difusor de acero inoxidable, modelo conforme a ensayos certificados del sistema, incluso adaptador correspondiente. Tarado a temperatura 68°C (a redefinir en obra). Completamente instalado y operativo. Unidad: difusor cerrado	20,00	175,20	219,00	3.504,00	4.380,00
				<b>8.748,24</b>	<b>10.935,30</b>
<b>TOTAL AGUA NEBULIZADA</b>				<b>77.180,54</b>	<b>96.475,68</b>

## ANEXO III: TABLAS CÁLCULO HIDRÁULICO

### RESULTADOS HIDRÁULICOS, ANILLO AGPV HFO USO DIARIO

Demanda: 3.151,85 l/min @ 5,00 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

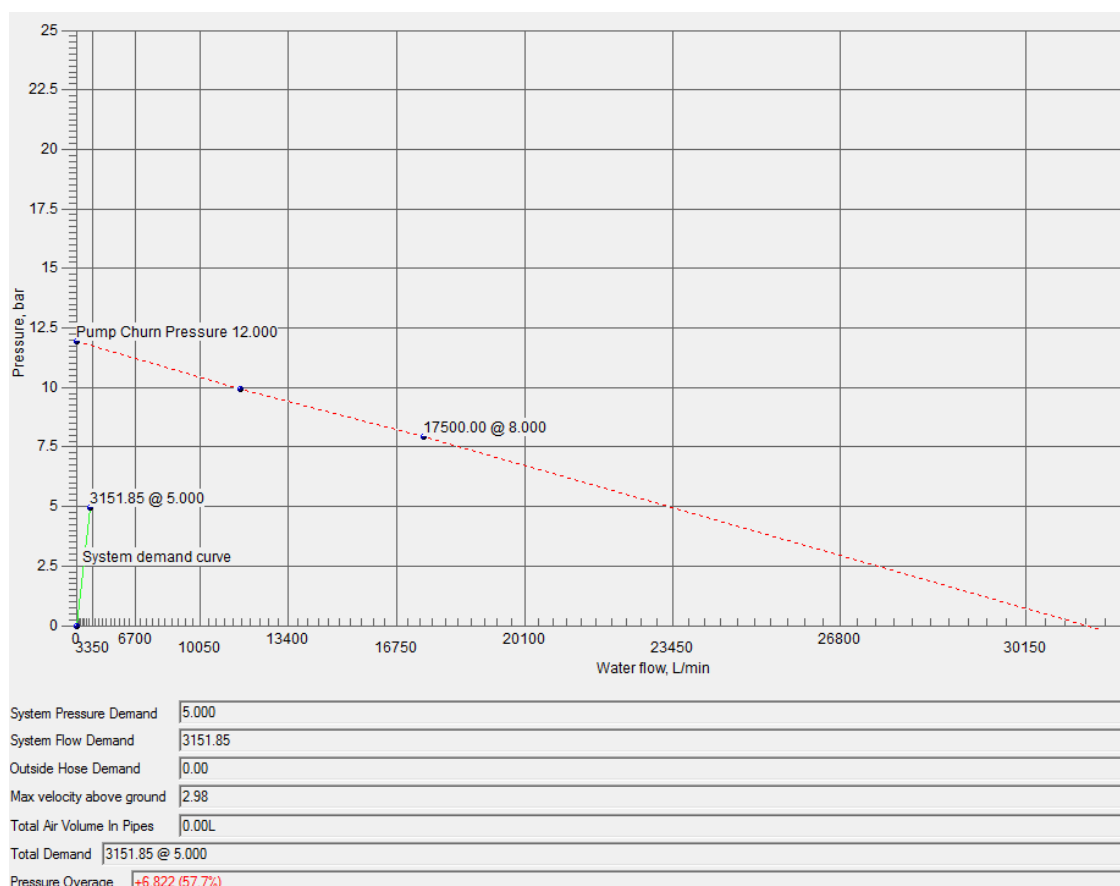


Figura 77: Resultados hidráulicos anillo HFO diario. (Autosprink).

## RESULTADOS HIDRÁULICOS, ANILLO AGPV HFO 4000 PERTENECIENTE AL DIQUE 2

Demanda: 6.077,39 l/min @ 9,36 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

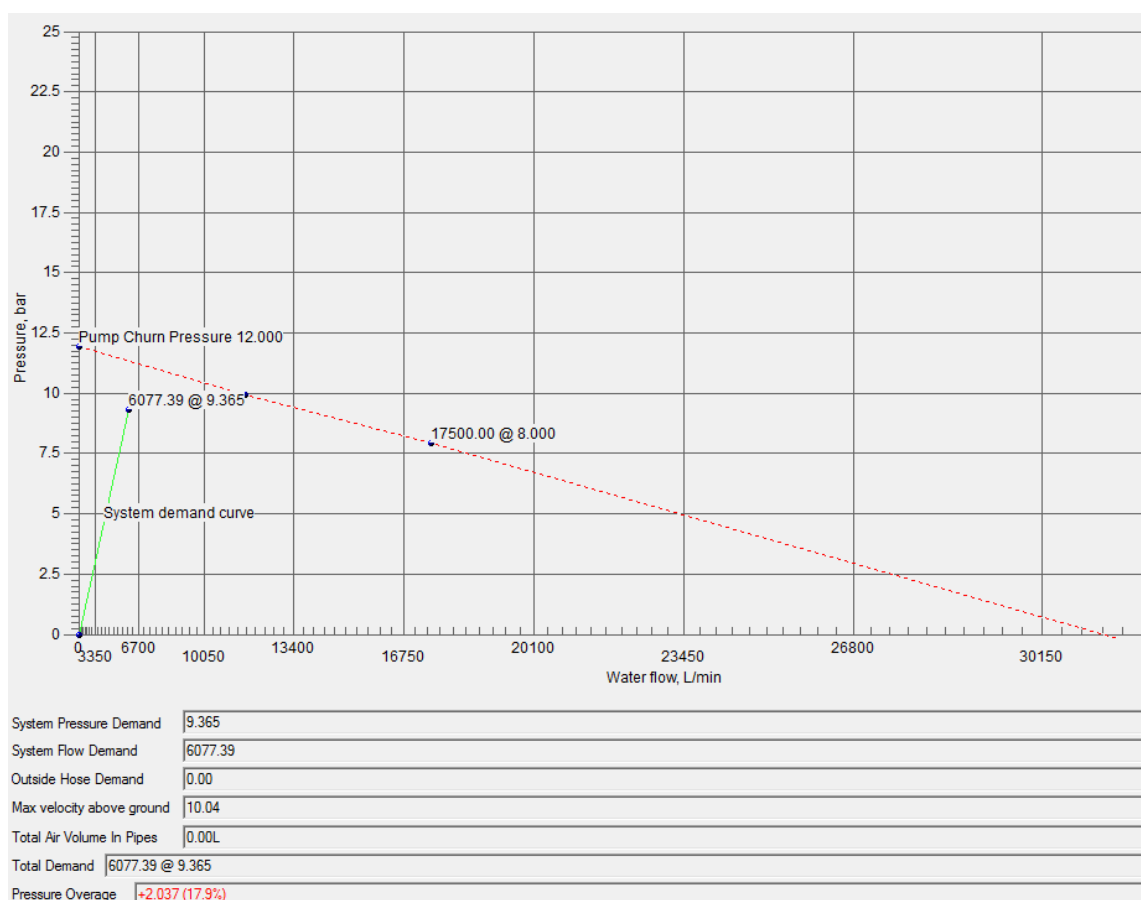


Figura 78: Resultados hidráulicos anillo HFO 4000 dique 2. (Autosprink).

## RESULTADOS HIDRÁULICOS, ANILLO AGPV HFO 4000 PERTENECIENTE AL DIQUE 3

Demanda: 5.661,59 l/min @ 6,59 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

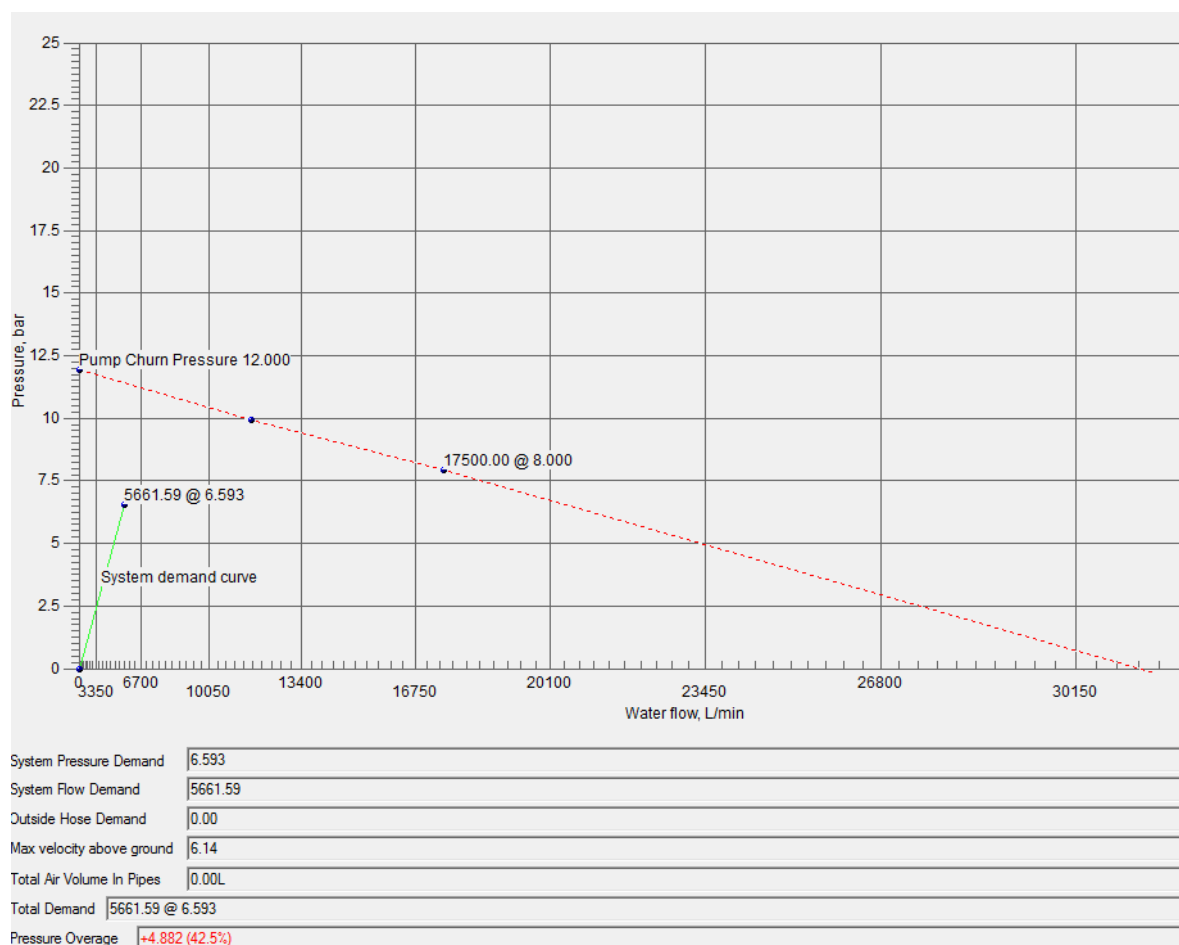


Figura 79: Resultados hidráulicos anillo HFO 4000 dique 3. (Autosprink).

## RESULTADOS HIDRÁULICOS, VERTEDERAS DIQUE 1

Demanda: 3.901,47 l/min @ 6,73 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

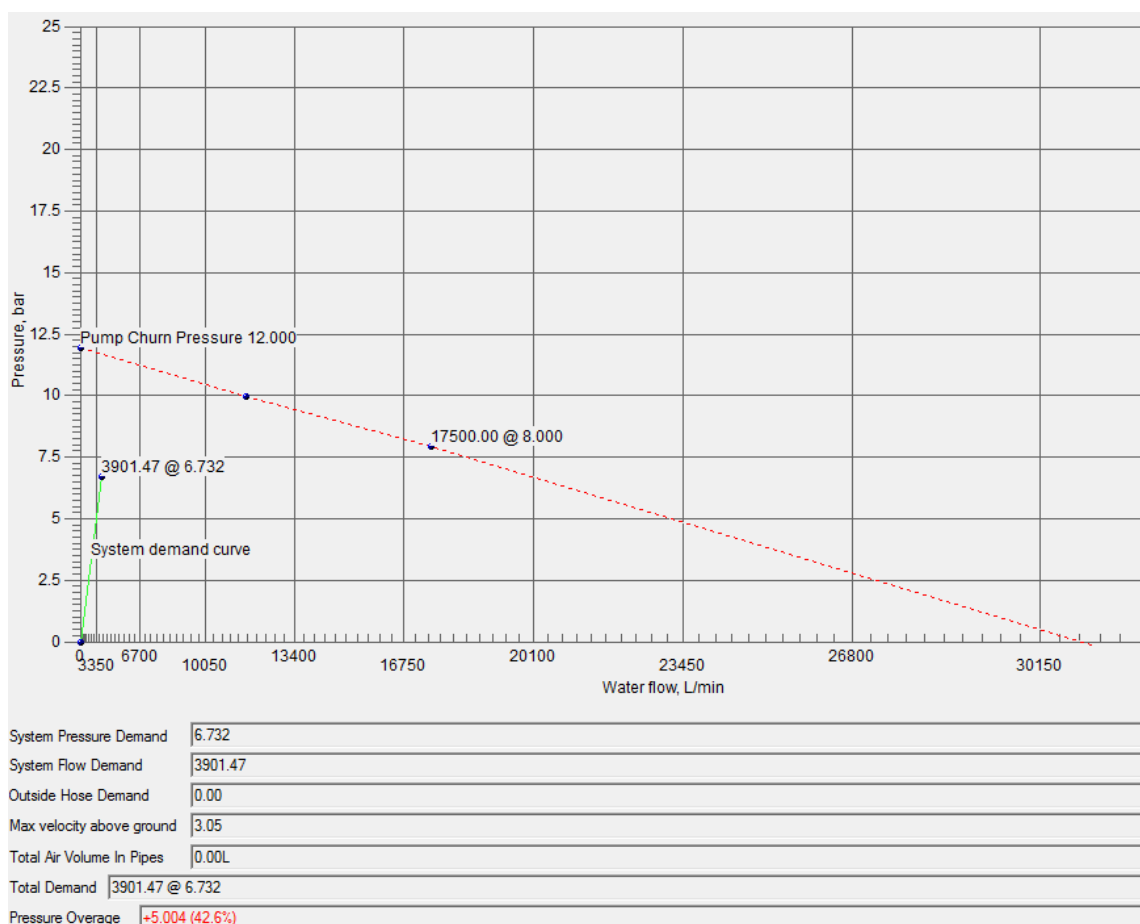


Figura 80: Resultados hidráulicos vertederas dique 1. (Autosprink).

## RESULTADOS HIDRÁULICOS, VERTEDERAS DIQUE 2

Demanda: 5.533,12 l/min @ 8,46 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

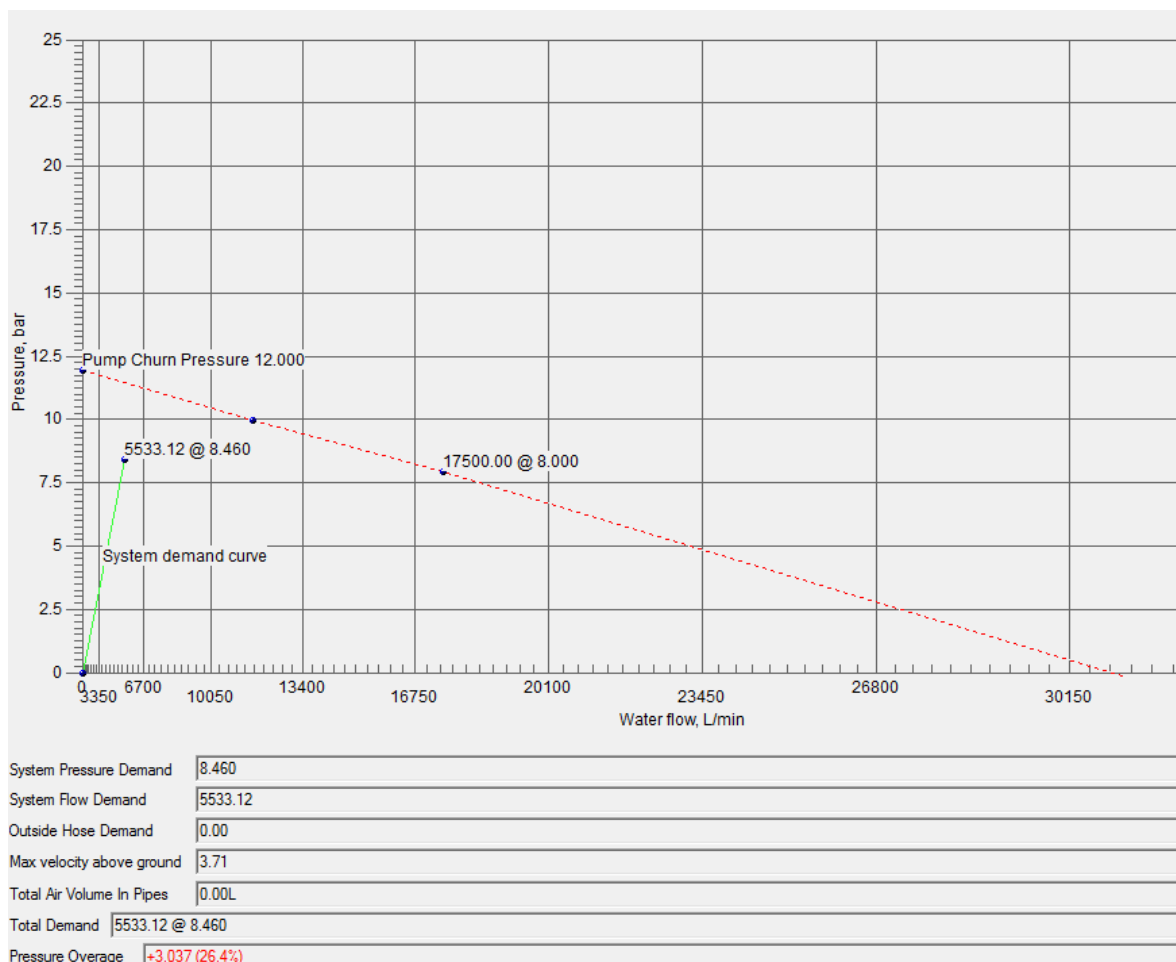


Figura 81: Resultados hidráulicos vertederas dique 2. (Autosprink).

### RESULTADOS HIDRÁULICOS, VERTEDERAS DIQUE 3

Demanda: 5.117,48 l/min @ 8,04 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min .

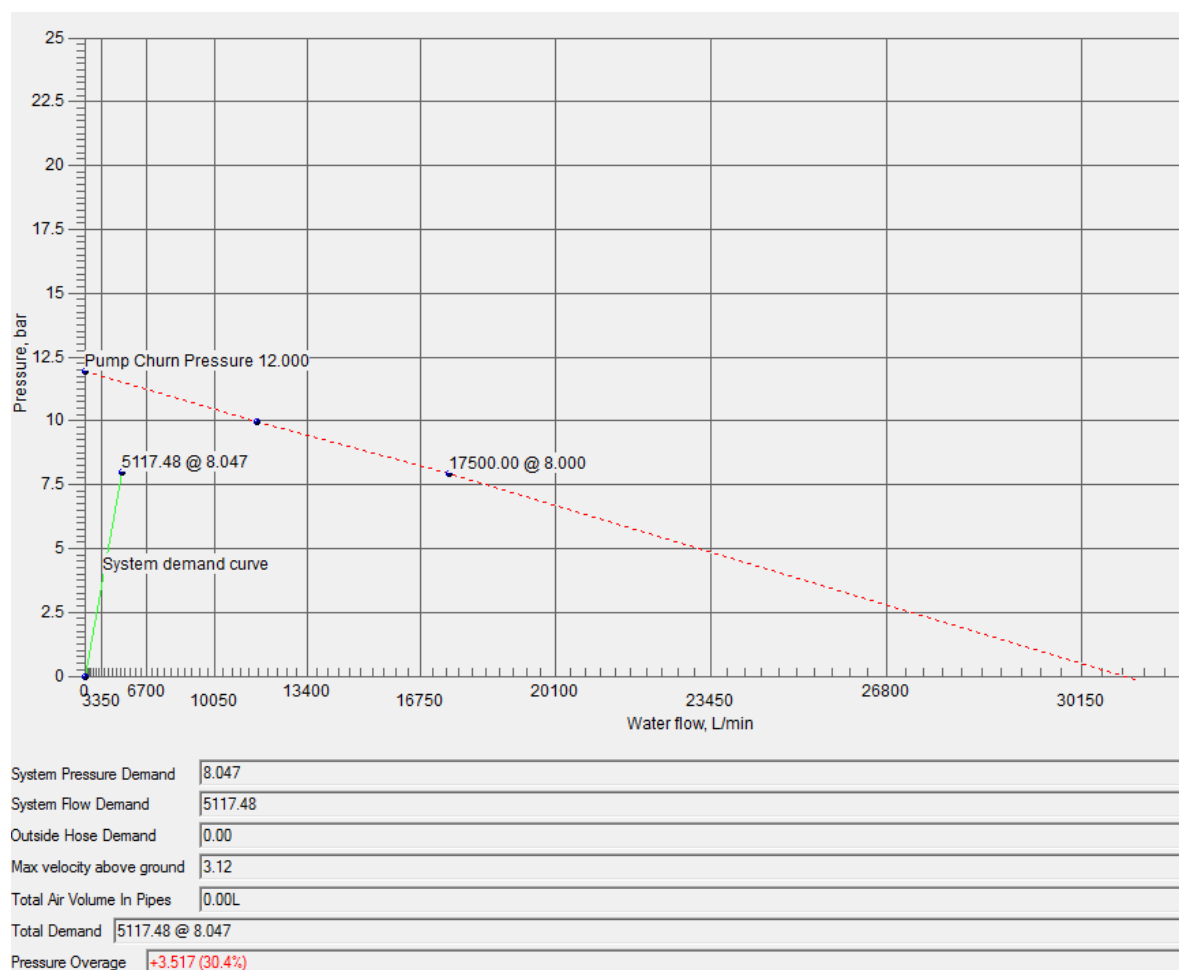


Figura 82: Resultados hidráulicos vertederas dique 3. (Autosprink).



## RESULTADOS HIDRÁULICOS, TRANSFORMADORES PRINCIPALES

Demanda: 3.953,00 l/min @ 8,89 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

Simultaneidad de los DOS sistemas descargando a la vez.

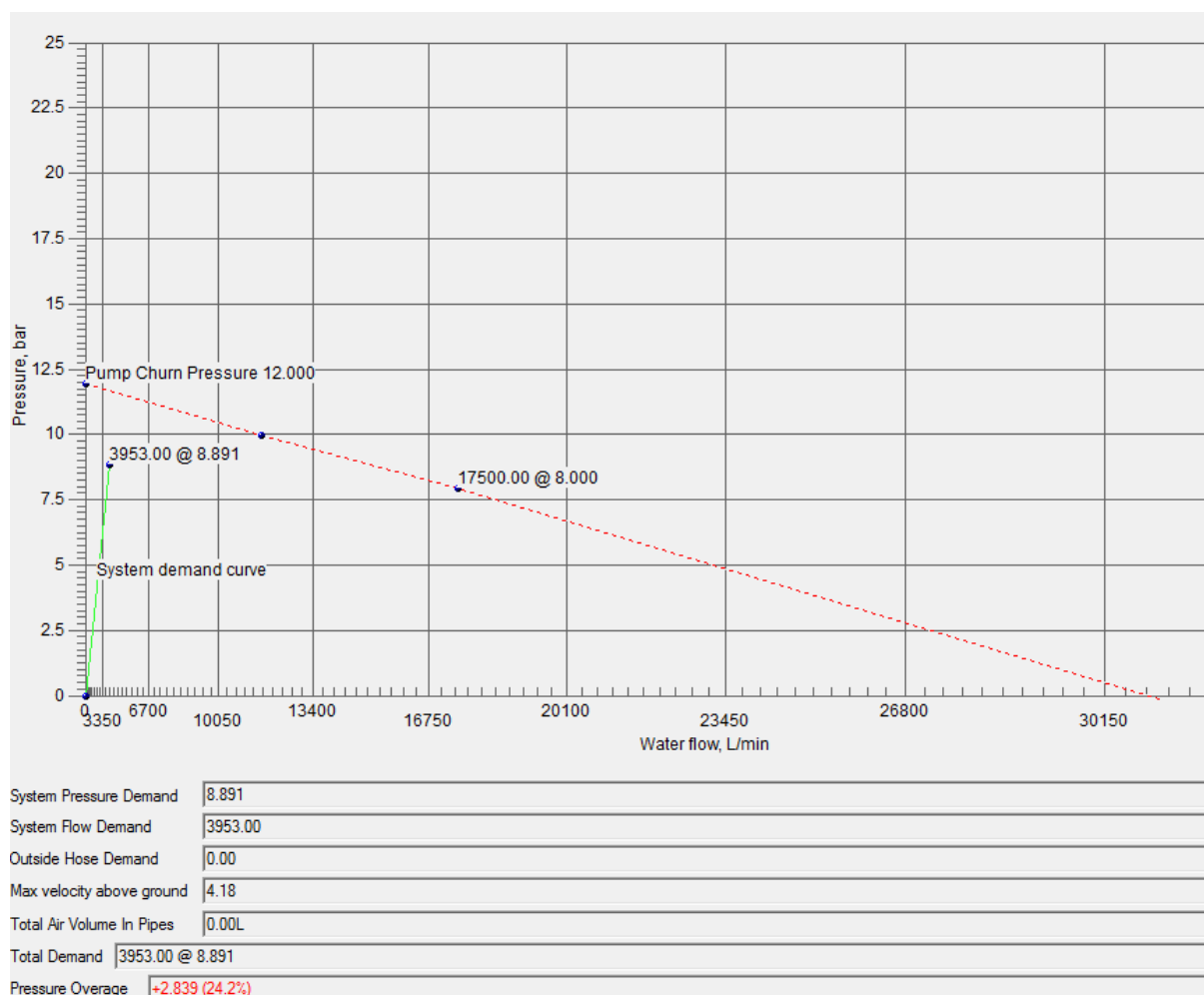


Figura 83: Resultados hidráulicos transformadores principales. (Autosprink).

## RESULTADOS HIDRÁULICOS, NAVE DE BOMBAS DE TRATAMIENTO

Demanda: 4.483,83 l/min @ 5,59 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

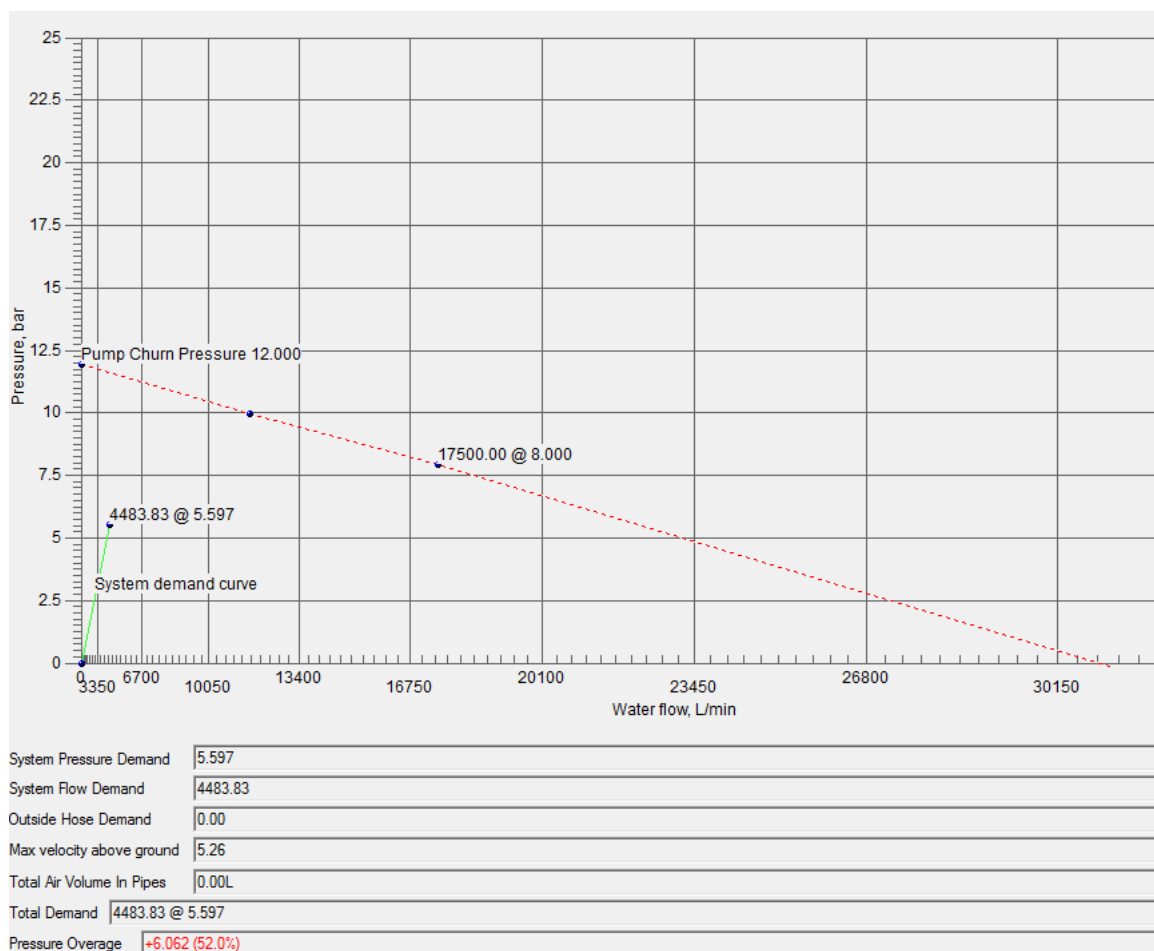


Figura 84: Resultados hidráulicos nave de bombas de tratamiento. (Autosprink).

## RESULTADOS HIDRÁULICOS, NAVE DE CARGADERO DE CAMIONES

Demanda: 5.425,02 l/min @ 8,72 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

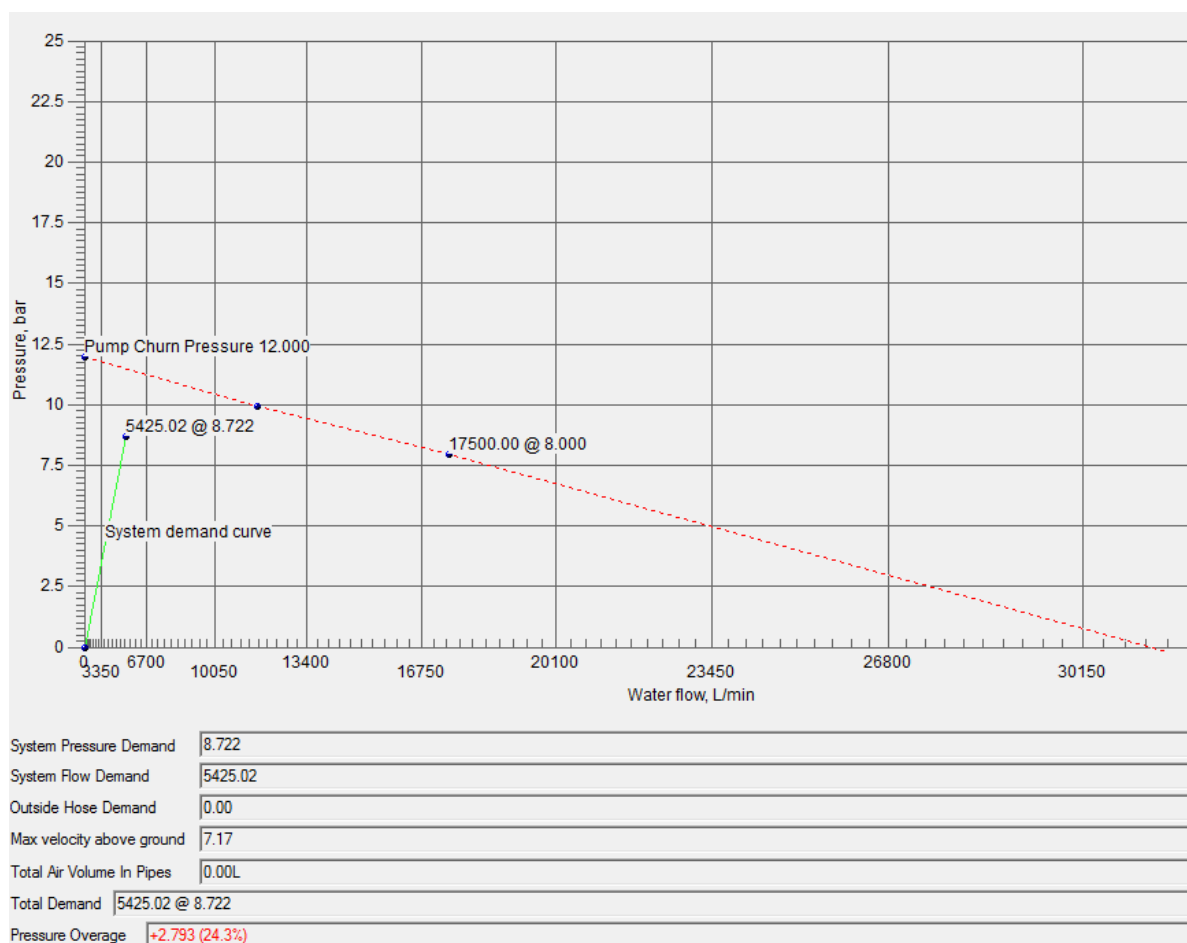


Figura 85: Resultados hidráulicos nave de cargadero de camiones. (Autosprink).

## RESULTADOS HIDRÁULICOS, NAVE DE MOTORES

Demanda: 4.371,23 l/min @ 7,78 bar.

Medios manuales incluidos, 1.893 l/min.

Se analiza únicamente el bloque de motor 5, siendo éste el más desfavorable hidráulicamente, por distancia y por demanda.

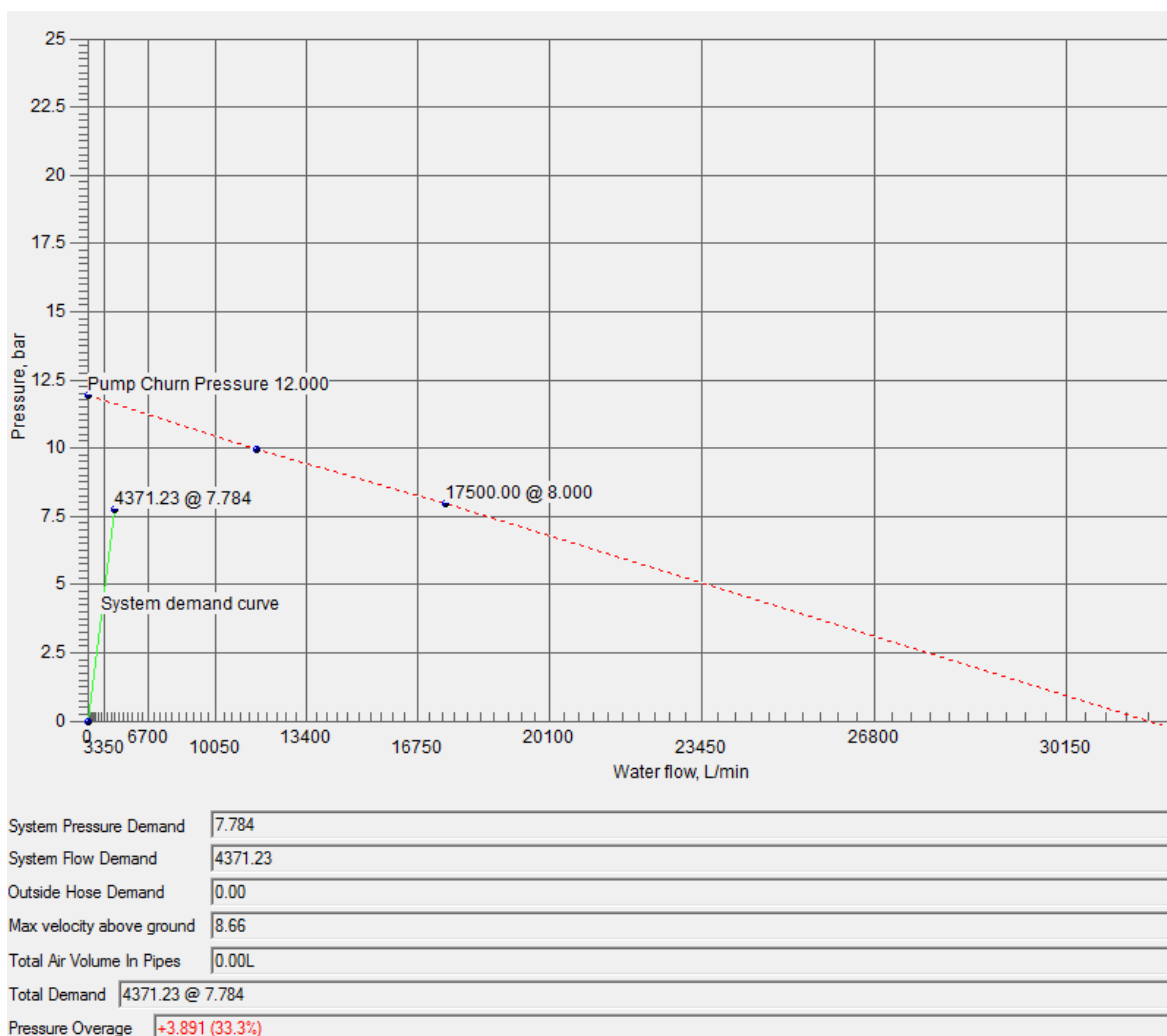


Figura 86: Resultados hidráulicos nave de motores. (Autosprink)

## DEMANDA AGUA DEPÓSITO HFO 4000 PERTENECIENTE AL DIQUE 2

Consideración del sistema de depósito HFO 4000 perteneciente al dique 2, sin medios manuales (no se aporta cálculo hidráulico, solo se muestra la demanda).

/ 4.184,39 l/min @ 9,36 bar.

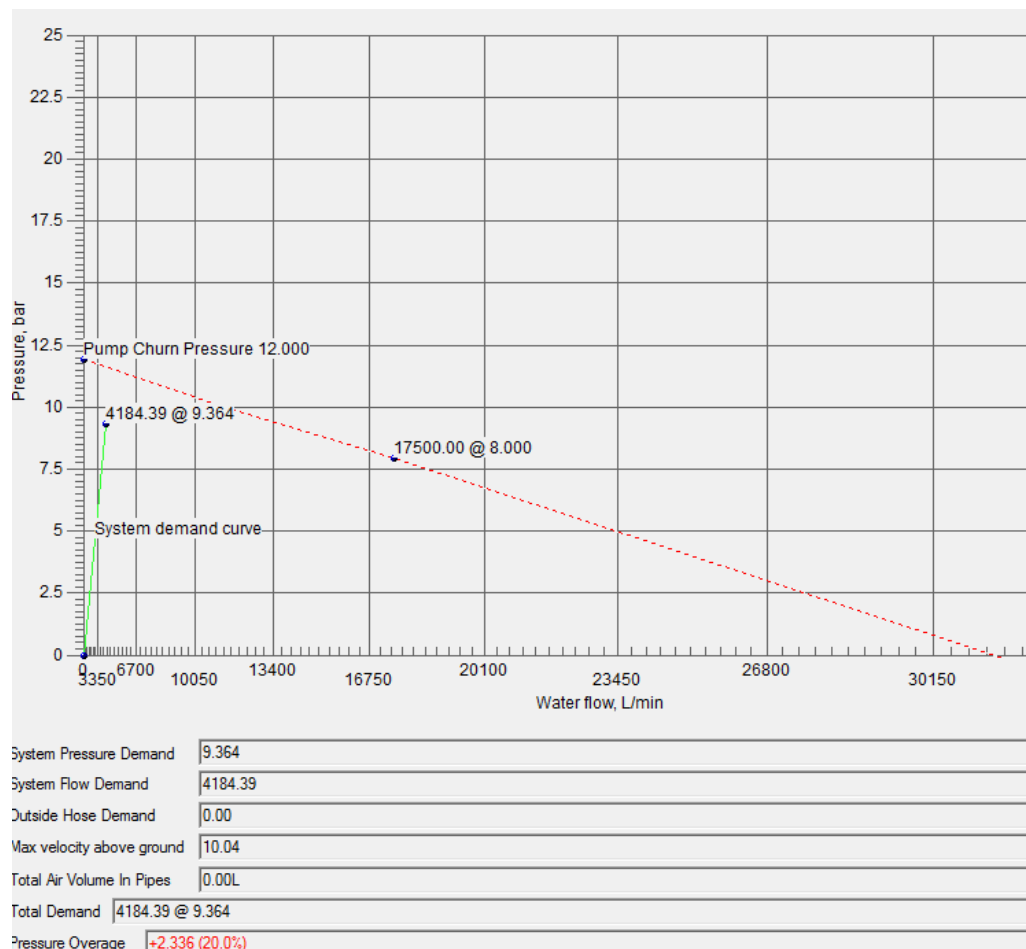


Figura 87: Demanda anillo HFO 4000 dique 2 (Autosprink).

## DEMANDA AGUA VERTEDERAS DIQUE 2

Consideración del sistema de vertederas en dique medio, sin medios manuales (no se aporta cálculo hidráulico, solo se muestra la demanda).

/ 3.640,12 l/min @ 8,46 bar.

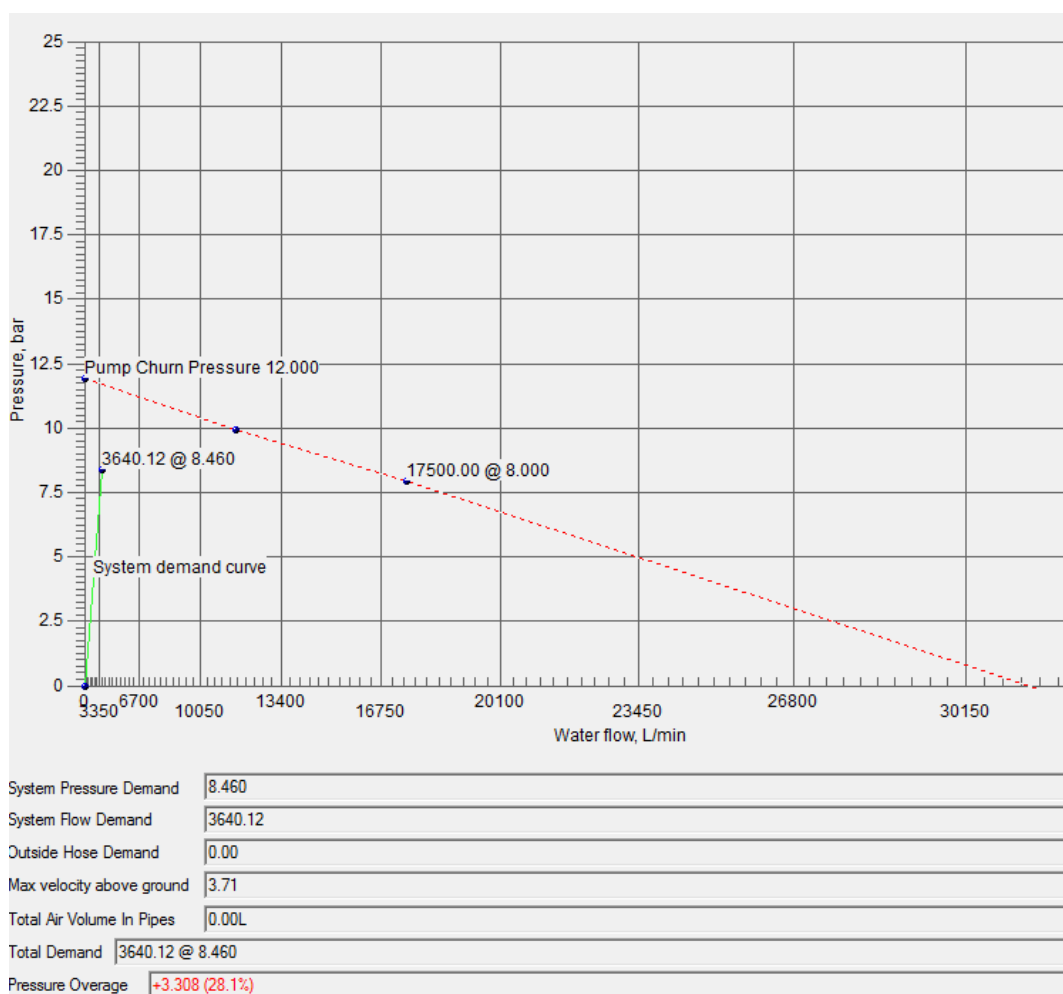


Figura 88: Demanda vertederas dique 2. (Autosprink).

